



TRAITÉ COMPLET

DE LA

CHAUX CARBONATÉE

ET DE

L'ARRAGONITE,

AUQUEL ON A JOINT

UNE INTRODUCTION À LA MINÉRALOGIE EN GÉNÉRAL,

UNE THÉORIE DE LA CRISTALLISATION, ET SON APPLICATION,

AINSI QUE CELLE DU CALCUL, À LA DÉTERMINATION DES FORMES CRISTALLINES DE CES DEUX SUBSTANCES.

PAR M. LE COMTE DE BOURNON,

MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES ET DE CELLE DE LINNÉE, DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE LA MÊME VILLE, ET DE CELLE WERNÉRIENNE D'EDIMBOURG.

2me VOL.

LONDRES:

CHEZ WILLIAM PHILLIPS, GEORGE YARD, LOMBARD STREET.

1808.

DE L'IMPRIMERIE DE WILLIAM PHILLIPS.

TABLE

Des Matières contenues dans le second Volume.

Table des Matières contenues

dans le second Volume.

Table des matières contenues dans le second Volume.

Fautes essentielles à corriger,

2me VOLUME.

Page	*à linéa*	*ligne*	
16	3	3	les plus du rhomboïde *lisez* les plans du rhomboïde
43	2	1	527. *lisez* 257.
82	1	3	de cette 48me modification *lisez* de cette 43me modification
96	2	5	cette variété la fig. 668 offre *lisez* cette variété offre
97	2	4	la série de ces cristaux *lisez* la série des cristaux.
101		21	celle 48me *lisez* celle 48bis
104	au titre	4	des des numéros figures *lisez* des numéros des figures.
117	1	3	*après* 22, *ajoutez* en y comprenant le rhomboïde primitif
130		7	*après* la chaux carbonatée, *ajoutez* ordinaire
id.		15	substances zéolites *lisez* substances zeolstiques
139	3	5	aussi que le plan *lisez* aussi le plan
151	2	5	il parvenir *lisez* il parvient
160	1	19	c'est la est je crois *lisez* c'est là je crois.
161	2	1	il existe une *lisez* il existe en effet une
171		4	détachent *lisez* détache
175	1	3	est que lorsque *lisez* est lorsque
203	1	15	*suprimez* dans les molécules.
217	2	18	*suprimez* de chacun
219	3	7	de même les *lisez* de même que les
220	3	10	changement (qui § 103 introd.) *lisez* changement qui (§ 103 introd.)
342	2	3	et qui le montrent appartiennent *lisez* et qui lui appartiennent
348	1	2	de la 13me modification. *lisez* de la 18me modification
395		5	observant sous *lisez* observant avec

OBSERVATIONS SUR LE CRISTAL PRIMITIF DE LA

CHAUX CARBONATÉE

ET SUR SES MODIFICATIONS.

CRISTAL PRIMITIF.

La forme primitive de la chaux carbonatée, celle qui sert de type à toutes les variétés de cristaux qu'elle présente, est un rhomboïde obtus, ayant 101° 32′ pour mesure des angles obtus de ses plans rhombes, et 78°, 28′, pour celle des angles aigus des mêmes plans, fig. 1. pl. 2.

Ce rhomboïde se casse, avec une très-grande facilité, parallèlement à ses six plans, et, lorsque l'on a exactement saisi la direction des lames de la cristallisation, la surface des cassures est parfaitement lisse, et offre un lustre plus éclatant qu'aucune des faces naturelles du cristal. Par cette opération, qui porte le nom de *clivage*, tout cristal, ou fragment de cristal quelconque, peut toujours être ramené à la forme rhomboïdale primitive.

Ce rhomboïde avoit été primitivement considéré comme étant la forme de la molécule intégrante de la chaux carbonatée; mais des observations postérieures et très-multipliées m'ont fait reconnoître, il y a quelques années, que c'étoit une erreur. En effet, en outre du clivage parallélement aux faces de son rhomboïde primitif, la chaux carbonatée en permet un autre, quoique cependant avec beaucoup plus de difficulté, suivant une direction parallèle à un plan qui passeroit par la grande diagonale de deux des plans opposés de ce rhomboïde, et par ceux de ses bords qui sont adjacents à ces deux diagonales; tel que l'indiquent les lignes ponctuées a b et c d, dans le rhomboïde de la fig. 1. pl. 2. Les plans produits par ce nou-

veau clivage, ont un lustre aussi brillant, et souvent même davantage, que celui des plans produits par le clivage parallèle aux faces.

Il existe donc, suivant cette même direction, un joint naturel entre les molécules de la cristallisation ; et ce nouveau joint, par lequel le rhomboïde se divise en deux moitiés exactes, suivant les grandes diagonales de deux de ses plans opposés, et les bords qui leur sont adjacents, indique, pour forme de la molécule cristalline intégrante, une de ces deux moitiés. La forme de cette molécule est donc un prisme trièdre à bases inclinées, tel que le représente la fig. 2. pl. 2. et dans lequel les côtés se rencontrent entre eux sous deux bords* de 37°, 45′, et sous un troisième de 104°, 29′, et dont

* Il est peut-être nécessaire, pour la parfaite intelligence de cette expression, que je place ici une observation à son égard. Lorsque dans les solides géométriques, auxquels les formes cristallines appartiennent, on ne considère que la surface, cette surface est le produit de la réunion d'un certain nombre de plans entre eux, suivant différentes directions et inclinaisons. La réunion entre les plans terminés par les lignes droites, a lieu suivant une ligne droite aussi qui, dans les prismes, porte le nom de bord, et d'arête dans les pyramides. Dans l'exacte expression géométrique, cette ligne ne peut-être ni obtuse ni aigue, étant considérée, par cette science, avec abstraction de toute largeur et épaisseur. Le bord d'un prisme, ainsi que l'arête d'une pyramide, ne peut donc, à strictement parler, être ni aigue ni obtus. L'angle d'incidence des deux plans qui forment ce bord, est indiqué par celui que forme deux lignes élevées d'un même point de ce bord, et perpendiculairement sur lui, dans chacun des deux plans dont il forme la réunion. D'après cela, pour exprimer, par exemple, dans un prisme rhomboïdal de 60° et 120°, la nature des bords, d'après la manière dont les plans de ce prisme se réunissent entre eux pour les former, il seroit nécessaire de dire *les bords sur lesquels les plans longitudinaux du prisme se réunissent, en formant un angle d'incidence, soit de* 60°, *soit de* 120°. Mais comme, dans les sciences, le laconisme de l'expression influe fort souvent sur l'intelligence de la phrase, surtout lorsque, ainsi que cela arrive fréquemment en cristallographie, les phrases descriptives sont déjà très-longues par elles-mêmes, il est nécessaire je crois d'apporter tous ses soins à les abréger. C'est d'après cette persuasion que je me sers depuis longtemps de l'expression de bord obtus, d'arête aigue, &c. qui ne doit être regardée que comme une simple abréviation de l'expression qui désigneroit l'angle d'incidence entre eux, sur un bord ou sur une arête, des plans qui forment l'un ou l'autre par leur rencontre. Tel est donc le sens sous lequel cette expression doit être prise, toutes les fois que je m'en servirai dans la suite de cet ouvrage, et je m'en servirai souvent. Ainsi, dans la phrase qui fait l'objet de cette observation, l'expression, *qui se rencontrent entre eux sous deux bords aigus de* 37°, 45′, représente que dans le prisme trièdre dont il est question, au nombre des trois bords que ce prisme renferme, il y en a deux sur lesquels les plans se rencontrent sous un angle d'incidence de 37°, 45′.

Il en est absolument de même, lorsqu'en parlant d'un rhomboïde, je désigne six de ses bords sous le nom d'arêtes, et les six autres sous celui de bords de la base ; et sous le nom de sommets,

les faces terminales font, à leur rencontre avec le bord obtus du prisme, un angle de 108°, 26′, d'un côté, et de 71°, 34′, de l'autre.

J'ai dit que le clivage de la chaux carbonatée cristallisée, étoit beaucoup plus difficile à faire suivant la direction des joints des molécules intégrantes, que suivant celle des joints des molécules de cristallisation auxquelles appartient le cristal primitif,* le plus grand nombre des cristaux ou fragments de cristaux de cette substance, présentent même une résistance si grande à être divisé suivant cette direction, qu'il est extrêmement difficile, et quelquefois même impossible, de parvenir à la vaincre. Les cristaux ou fragments de cristaux, de chaux carbonatée, dans lesquels ce clivage se fait le plus facilement, annoncent d'ordinaire cette disposition, par des stries, souvent très-fortement prononcées, qui se montrent, parallélement aux grandes diagonales, sur deux des faces rhomboïdales opposées: la fig. 3. pl. 2, montre ces stries sur un fragment rhomboïdal, qui a éprouvé le clivage, suivant la direction des joints des molécules intégrantes. Parmi le grand nombre de morceaux de chaux carbonatée cristallisée, dans lesquels j'ai observé des indices

l'angle solide formé par la réunion trois-a-trois des bords regardés comme arêtes. Dans l'exacte expression géométrique, un rhomboïde est un véritable prisme tétraèdre rhomboïdal incliné, et, sous ce point de vue, il n'a aucune pyramide, et conséquemment ne renferme que des bords, et non des arêtes. Cependant, comme des huit angles solides dont il est composé, deux seulement sont formés par la rencontre de trois angles plans semblables, et que ces deux angles sont placés aux deux extrémités d'un même axe, il présente la possibilité d'être considéré comme formé de la réunion de deux pyramides à plans rhombes, dont ces deux angles solides seroient les sommets, et dont alors les bases auroient six autres angles solides, situés alternativement dans deux plans différents. Cette manière de considérer le rhomboïde, donnant plus de facilité à la désignation de ses différentes parties, m'a semblé, par là, faite pour être adoptée. Il est d'ailleur absolument impossible, qu'une personne instruite des simples principes, soit de la cristallographie soit de la géométrie, puisse ne pas saisir, dans le moment même, la véritable valeur de ces diverses expressions.

* On verra, à la partie théorique de la cristallisation, que je donne le nom de molécule de cristallisation à celle à laquelle parviendroit le dernier résultat de la division du cristal primitif, parallélement à tous ses plans. On donne indifféremment, en cristallisation, le nom de cristal primitif, soit à cette molécule, soit à une réunion formant un cristal, d'une grandeur quelconque, semblable à elle; mais, le plus souvent, cette molécule est déjà elle-même une réunion d'autres molécules plus simples, qui sont alors, en réalité, les molécules intégrantes de la substance.

parfaitement prononcés de cette seconde direction, dans le clivage, je citerai plus particulièrement, la chaux carbonatée qui accompagne, à Arendal, les cristaux de thallite, de scapolite, &c. et qui quelquefois montre une couleur rosée plus ou moins foncée; celle souvent mélangée de petites fibres d'amiante, soit des Pyrénées, soit des Alpes Dauphinoises; celle qui accompagne l'argent natif de Kongsberg en Norwège; celle qui sert de gangue au spinelle d'Aker en Suède; quelques variétés de chaux carbonatée d'Ecosse; et enfin, celle si pure et si transparente qui accompagne les différentes espèces de zéolites de l'île de Ferroë, &c. &c. Il y a telles variétés, sur lesquelles ce clivage se fait si facilement, que je conserve deux fragments que j'ai pu amener, par ce moyen, à une épaisseur qui égale à peine la sixième partie d'une ligne; ils sont représentés sous les deux fig. 4. et 5. pl. 2. Dans le premier, les plans dûs au clivage sont placés sur l'épaisseur du fragment, et dans le second, ils sont au contraire placés sur sa largeur.

Le rhomboïde primitif complet, et sans l'addition d'aucun des plans qui appartiennent à ses différentes modifications, est au nombre des variétés rares des formes propres à la chaux carbonatée pure; tandis qu'au contraire, il est la forme la plus commune sous laquelle elle se présente, lorsque quelques substances étrangères à elle se sont interposées dans la sienne: ce que démontre la chaux carbonatée magnésienne, celle quartzeuse, celle ferro-manganésienne, &c. Extrêmement rare à rencontrer dans la pierre calcaire coquillière, et tous les produits pierreux qui l'accompagnent, ce rhomboïde se montre quelquefois dans les filons; mais sa présence la plus habituelle, est dans les fentes ou fissures de la pierre calcaire qui a succédé à la formation des roches primitives, et leur est pour l'ordinaire adossée, ou dans celle qui accompagne ces mêmes roches primitives.

Le rhomboïde primitif montre une variété, dans laquelle toutes ses faces sont régulièrement arrondies, ainsi que le représente la fig. 6. pl. 2, et qu'on peut désigner sous le nom de *diamantiforme*; parce qu'en effet les cristaux qui lui appartiennent, sont parfaitement en rapport avec un grand nombre de ceux que présente le

diamant. Ces cristaux viennent de la principauté de Galles en Angleterre, où ils ont pour gangue une chaux carbonatée ferromanganésienne, en petits rhomboïdes primitifs d'une couleur jaunâtre, et mélangés de cuivre carbonaté vert terreux. Il sera question de nouveau de ces cristaux, à l'observation placée à la suite des dodécaèdres pyramidaux obtus.

MODIFICATIONS PRISMATIQUES.

PREMIÈRE MODIFICATION.

Prisme le long des bords de la base.

Pl. 2[de]

Cette modification qui donne aux cristaux de chaux carbonatée, qui lui ont été soumis, un prisme hexaèdre, en remplacement des bords de la base du rhomboïde primitif, est au nombre de celles peu communes de cette substance.

La variété à prisme court, fig. 7, est du Cumberland en Angleterre : elle se montre aussi quelquefois parmi les cristaux de chaux carbonatée du Derbyshire. Celle à prisme allongé, fig. 9, qui est la variété *prismée* de Mr. l'Abbé Haüy, est aussi du Cumberland. Les cristaux les plus rares de cette variété, sont ceux dans lesquels les plans du prisme sont des rhombes parfaits, ainsi que le représente la fig. 8 ; ce qui fait du cristal un dodécaèdre à plans rhombes, paroissant au premier abord analogue à celui du grenat ; mais, outre que les six plans rhombes qui appartiennent au prisme, sont différents de ceux qui appartiennent aux pyramides, la mesure des angles d'aucun d'eux n'a nul rapport avec celle des plans rhombes du grenat : il existe dans le riche cabinet de Mr. Gréville, à Londres, un groupe très-parfait de cette variété.

Les cristaux de la variété, fig. 7, se montrent quelquefois aussi parmi ceux qui appartiennent à la chaux carbonatée ferro-manganésienne.

SECONDE MODIFICATION.

Prisme aux angles saillants de la base.

Pl. 2[de]

Le prisme hexaèdre engendré par cette modification, diffère de celui dû à la modification précédente, en ce qu'il est en remplacement des angles saillants de la base du rhomboïde primitif; ce qui

donne à ses plans une direction totalement différente, eu égard à ceux du rhomboïde primitif. Cette modification est la plus commune de la chaux carbonatée: les plans auxquels elle donne naissance, se combinent avec ceux de toutes les autres.

La combinaison simple des plans de ce prisme avec ceux du rhomboïde primitif, est cependant au nombre des variétés les plus rares des cristaux de chaux carbonatée. Ceux représentés par les fig. 10 et 11, m'ont été offerts par des groupes, soit du Cumberland, soit du Hartz, soit aussi des Alpes Dauphinoises. J'ai trouvé moi-même ces variétés, sur les bords du lac de la Frey près de Vizilles, en Dàuphiné, où j'ai rencontré aussi les variétés fig. 7 et 9 de la modification précédente.

La variété, fig. 11, est celle qui a été nommée *imitable* par Mr. l'Abbé Haüy. Parmi les cristaux que j'en ai vus, j'en ai observé plusieurs, parfaitement réguliers, dans lesquels, ainsi que dans la fig. 12, deux des plans de la pyramide triedre, appartenant au rhomboïde primitif, avoient pris assez d'accroissement pour faire disparoître le troisième; ainsi que d'autres, dans lesquels un seul de ces plans avoit fait disparoître les deux autres, fig. 13. Ces deux particularités donnent souvent aux cristaux qui les montrent un aspect propre à les faire méconnoître.

TROISIÈME MODIFICATION.

Remplacement du sommet du rhomboïde primitif, par un plan perpendiculaire à l'axe.

Pl. 2de et 3me

La combinaison simple des plans de cette troisième modification avec ceux du rhomboïde primitif, n'est pas très-commune à rencontrer. Les divers groupes que j'ai vus appartenant à la variété, fig. 14, étoient, pour le plus grand nombre, de Conilla près de Cadix en Espagne. J'ai souvent observé aussi cette variété parmi les cristaux de fer spathique.

Les variétés, fig. 15 et 16, dans lesquelles les plans de remplacement de l'angle saillant du sommet du rhomboïde primitif ont

une étendue beaucoup plus considérable, sont du Hartz: elles ont été décrites par Mr. l'Abbé Haüy, sous le nom de *basées*. Celle, fig. 14, avoit été décrite par Romé de Lisle: c'est la variété, fig. 60, pl. 4. de sa cristallographie. Les deux dernières de ces variétés sont sujettes, surtout parmi les cristaux qui viennent du Hartz, à réfléchir, sur leurs faces terminales, un blanc nacré. Cet effet, qui provient de la réflection de la lumière, dans les vacuoles qui existent entre les lames, est toujours accompagné d'une privation plus ou moins grande de transparence. Quelquefois les cristaux qui appartiennent à la variété, fig. 16, sont si minces, qu'ils ont à peine un dixième de ligne d'épaisseur.

La variété, fig. 17, m'a été offerte par des cristaux de chaux carbonatée renfermés dans l'espèce de roche particulière aux anciennes éjections de la somma, au Vésuve.

La variété fig. 18, est du Cumberland.

Celles, fig. 19 et 20, (*prismatique* de Mr. l'Abbé Haüy,) sont en général assez communes: les plus beaux groupes que j'en aie vus venoient du Hartz et du Cumberland. Il arrive fréquemment à ce prisme hexaèdre d'être irrégulier, par l'aggrandissement plus ou moins considérable de quelques-uns de ses côtés, aux dépends des autres. Quelquefois même cette accroissement est tel, qu'un, deux et même trois de ces côtés disparoissent tout à fait: alors le prisme devient soit pentaèdre, soit tétraèdre, soit même enfin trièdre. Les cristaux du Hartz présentent des exemples frappants de ces irrégularités.

Un fait qui est particulier à cette variété, et surtout à ceux de ses cristaux qui viennent du Hartz, est d'avoir, pour la plupart, leurs faces terminales d'un blanc mat et opaque. Quelquefois la surface seule de ces plans est dans ce cas; mais d'autres fois, cette partie blanche a une légère épaisseur, et souvent se montre par zônes qui occupent, à différentes distances, le diamètre entier du cristal, les intervalles entre ces zônes étant parfaitement transparents. Cet accident provient d'une précipitation confuse et à l'état sableux de la matière cristalline, qui a eu lieu, soit à la fin, soit dans le cours de la cristallisation; Aussi, si l'on passe l'ongle sur la surface de ces parties blanches et

opaques, sent-on très-distinctement la sensation que doit faire éprouver une surface couverte d'un nombre immense de petites aspérités : j'ai observé quelquefois du sable quartzeux mélangé avec celui calcaire. J'ai observé, fréquemment aussi, des cristaux dans lesquels cette partie blanche et opaque ne se montroit que sur une partie de la surface de la face terminale, où elle formoit simplement une grande tache hexagone, dont les bords étoient parallèles à ceux de cette même face, la partie comprise entre ces bords et ceux du cristal étant incoolore et transparente.

Un autre accident, qui est aussi très-commun, parmi les variétés en prisme hexaèdre complet du Hartz, est l'aspect que plusieurs de ces prismes présentent, d'un cristal d'un moindre diamètre, renfermé dans un autre d'un diamètre plus grand, et faisant une légère saillie, au-dessus des faces terminales du plus grand. Il arrive bien souvent que la face terminale de cette partie renfermée, est seule d'un blanc mat et opaque, tandis que la partie qui l'entoure, et qui appartient à la face terminale du cristal renfermant, est incolore et transparente. Souvent aussi cette partie saillante, ayant éprouvé quelques modifications auxquelles l'autre n'a pas été soumise, a les bords de ses faces terminales en biseau, tandis que ceux des faces terminales du prisme renfermant, sont parfaitement complets.

Dans le Cumberland, cette même variété en prisme régulier complet, présente de même un accident, qui est particulier aux cristaux de ce canton.. Nombre d'entre eux ont leurs faces terminales recouvertes par une quantité immense de petites aspérités, qui sont dues aux extrémités d'autant de petits cristaux et qui, pour l'ordinaire, montrent une combinaison de plans de différentes modifications, dont le cristal renfermant ne montre par la moindre trace : tels que de ceux du rhomboïde primitif, ainsi que de ceux du rhomboïde de la quatrième modification. Je reviendrai sur cet objet, lorsque je traiterai de l'accroissement des cristaux, par addition de matière cristalline, sur les plans d'autres cristaux déjà secondaires de celui primitif.

Les cristaux à prisme court, fig. 20, sont quelquefois extrêmement minces: j'en possède un groupe, dans lequel ils sont presque aussi minces qu'une feuille de papier.

Les variétés, fig. 21 et 22, dans lesquelles les plans des deux prismes de la première et de la seconde modifications sont combinés avec ceux de la troisième, sont assez rares, à l'état complet et parfaitement déterminé. Tous les cristaux que j'en ai observés jusqu'ici venoient, soit du Hartz, soit du Cumberland: c'est la variété *péridodécaèdre* de Mr. l'Abbé Haüy.

MODIFICATIONS RHOMBOÏDALES.

RHOMBOÏDES OBTUS.

QUATRIÈME MODIFICATION.

Rhomboïde obtus de 114°, 19′ *et* 65°, 41′.

Pl. 3 et 4.

Cette quatrième modification donne naissance à un rhomboïde plus obtus que celui primitif, et dont les plans rhombes ont, pour mesures de leurs angles, 114°, 19′ et 65°, 41′. C'est une des modifications les plus communes de la chaux carbonatée; et c'est, après celle précédente, celle dont les plans se combinent le plus fréquemment avec ceux de toutes les autres. Elle est produite par le remplacement des arêtes du rhomboïde primitif, chacune d'elles par un plan également incliné sur ceux par lesquels cette même arête est formée. A l'état complet, tel que le représente la fig. 28, ce rhomboïde est *l'équiaxe* de Mr. l'Abbé Haüy: il est extrêmement commun, et se montre presque partout où la chaux carbonatée cristallisée existe avec un peu d'abondance.

Il n'en est pas de même des passages du rhomboide primitif à celui de cette modification, représentés par les fig. 23, 24, et 26, les cristaux qui leur appartiennent sont assez rares. J'ai trouvé moi-même les plus beaux que jaie encore observés dans les carrières de la porte de France, près de Grenoble en Dauphiné, ainsi que dans celles de Gières, village peu éloigné de cette ville; les cristaux avoient depuis un jusqu'à deux pouces de diamètre. J'ai aussi observé ces mêmes variétés, parmi les cristaux de chaux carbonatée du Derbyshire.

Les variétés, fig. 25 et 27, sont de même du Derbyshire, ainsi que des environs de Grenoble: j'en possède un groupe qui vient du Hartz. Elles ont été toutes deux représentées par Romé de l'isle, sous les fig. 61 et 62. pl. 4. de sa cristallographie, d'après

les cristaux que je lui avois envoyés. Ces variétés, ainsi que celles 23 et 24, sont sujettes à avoir les plans qui appartiennent à cette quatrième modification, arrondis : on en verra la cause, à l'observation placée à la suite des dodécaèdres pyramidaux obtus.

Il arrive fréquemment aussi que la cristallisation, n'ayant pas eu toute la perfection qu'elle est susceptible d'atteindre, laisse paroître, sur les plans de cette quatrième modification, le bord des lames superposées ; alors ces plans sont striés longitudinalement, et suivant une direction parallèle, lorsque le rhomboïde est complet, à leurs plus petites diagonales qui, dans ce cas, tiennent la place des arêtes du rhomboïde primitif.

La variété, fig. 29, m'a été fournie par de petits cristaux qui accompagnent fréquemment le bismuth sulfuré capillaire de Saxe, par les aiguilles duquel ils sont bien souvent traveréss. Ces cristaux, qui sont d'un vert jaunâtre de chrysolite et d'une très-belle transparence sont, je pense, magnésiens.

Les variétés, fig. 30, 31, 32, et 33, et principalement les deux dernières, appartiennent aux cristaux les plus communs de ceux que présente la chaux carbonatée. Ils montrent différents accroissements du prisme de la variété *dodécaèdre* de Mr. l'Abbé Haüy.

La variété, fig. 37, est une fort jolie macle* de celle fig. 32, on peut facilement s'en rendre raison, en se représentant une section transversale faite sur le milieu du prisme de la fig. 32, si l'on supppose ensuite les deux moitiés réunies selon le plan de

* En donnant ici le nom de *macle*, à la réunion de deux moitiés de cristaux, dans un sens contraire à celui qui leur est propre, je n'ignore pas que, depuis quelques temps, la plupart des minéralogistes Français ont suprimé ce mot de la cristallographie, pour le donner à une espèce minéralogique, et l'ont remplacé par celui *d'hémitrophe*. Mais j'avoue que, comme cristallographe et minéralogiste, je conserve, au célèbre Romé de Lisle, l'auteur estimable qui a posé les premières bases de la cristallographie, et qui a été en même un des savants qui a fait faire le plus de progrès à la minéralogie, un respect trop profond et trop bien mérité, pour lui enlever une propriété qui, ce me semble, auroit due être sacrée. Il avoit le premier dévoilé, avec la sagacité qui lui étoit propre, l'opération de la nature dans ce fait intéressant de la cristallographie, il avoit donné le nom de *macle* au produit qui en résultoit, ce nom, dont il avoit donné d'ailleur l'explication, d'après l'usage auquel il l'employoit, ne pouvoit induire en aucune erreur. Il ne pouvoit donc sans injustice, et sans manquer à la considération que les hommes se doivent mutuellement, être effacé de la cristallographie.

section, mais suivant un sens opposé à celui qui leur est propre, on aura cette macle, dont les cotés du prisme, au lieu d'être des pentagones, ainsi que dans la fig. 32, sont alternativement des rectangles et des hexagones. Très-fréquemment la réunion des deux moitiés est indiquée, sur cette macle, par une ligne représentée par celle ponctuée, dans la fig. 37: cette jolie macle vient du Derbyshire, où il s'en est trouvé de fort beaux groupes.

Les variétés, fig. 34 et 35, qui appartiennent à celle nommée *bisuniternaire*, par Mr. l'Abbé Haüy, sont peu communes: les cristaux que j'en ai vus étoient, pour le plus grand nombre, du Cumberland.

Celle, fig. 36, est de même du Cumberland; j'en possède des cristaux isolés de plus d'un pouce et demi de longueur, sur trois lignes seulement de diamètre. Celles, fig. 38 et 39, sont de même du Cumberland. Les variétés, fig. 40, 41 et 42, qui appartiennent à *l'équivalente* de Mr. l'Abbé Haüy, avec plus ou moins d'étendue dans les plans dûs à cette quatrième modification, se sont assez fréquemment montrées, soit au Hartz, soit dans le Cumberland.

Celles, fig. 43 et, 44 sont du Hartz. Il existe, dans le cabinet de Sir Abraham Hume, très-riche en variétés de cristaux de chaux carbonatée, un très-beau groupe présentant ces deux variétés. Celle, fig. 47, a été décrite par Mr. l'Abbé Haüy, sous le nom de *triforme*. Les cristaux du morceau que je viens de dire exister dans le cabinet de Sir Abraham Hume, présentent le même accident, cité par ce savant, d'une matière cristalline surajoutée, qui couvre une partie, plus ou moins grande, de leur pyramide, et tend à faire passer le cristal au prisme hexaèdre régulier: le morceau dont il parle, et celui que je viens de citer, ont été bien certainement pris dans le même filon du Hartz, pays dont ils viennent tous deux; et ils y étoient, bien certainement aussi, placés sur un même niveau; position dans laquelle tous les cristaux d'une même substance, partagent d'ordinaire les mêmes formes et accidents.

La variété, fig. 45, est du Derbyshire. Celle, fig. 44bis, est du Hartz.

CINQUIÈME MODIFICATION.

NON CITÉE.

Rhomboïde très-obtus de 117° 56′ *et* 62° 4′.

Pl. 4.

Cette modification, qui remplace les arêtes du rhomboïde primitif par un plan qui s'incline vers son sommet, donne naissance à un rhomboïde plus obtus que celui de la modification précédente. J'ai représenté, sous la fig. 46, le passage du rhomboïde primitif à celui dont il est ici question. Je ne l'ai point encore observé dans la nature : dans tous les cristaux que j'ai pu rencontrer jusqu'ici, appartenant à cette variété, les plans de cette cinquième modification étoient combinés avec ceux de quelques-unes des autres : ils étoient tous originaires du Hartz. En jettant un coup d'œil sur le passage représenté sous la fig. 46, on distingue facilement que les plans de ce nouveau rhomboïde, ne peuvent être le produit d'un reculement direct, le long des arêtes de celui primitif, mais celui d'un reculement intermédiaire aux angles obtus du sommet de ce rhomboïde. Les variétés, 48, 49, 50, 51, et 52, sont toutes du Hartz, où elles accompagnent quelquefois l'argent rouge ; mais elles sont en général fort rares.

La chaux carbonatée dite en rose, appartient communément au rhomboïde complet, fig. 47, de cette cinquième modification, ainsi que la plupart des cristaux qui constituent les variétés dites en crêtes de coq et lenticulaires ; mais, comme ce rhomboïde est extrêmement obtus, et ses cristaux par conséquent très-plats, il arrive très-fréquemment que les faces en sont mal prononcées ; les cristaux paroissent alors comme des lames trés-minces, arrondies et un peu renflées vers leur milieu.

SIXIÈME MODIFICATION.

NON CITÉE.

Rhomboïde obtus de 113° et 67°.

Pl. 4.

Le rhomboïde auquel cette modification donne naissance, est un peu moins obtus que celui de la quatrième modification. Il est de même le résultat du remplacement des arêtes du rhomboïde primitif; mais les plans de remplacement s'inclinent sur la base, en s'en rapprochant, ce qui provient d'un reculement intermédiaire aux angles aigus qui reposent sur cette base. J'ai représenté, sous la fig. 45, dans la modification suivante, le passage du rhomboïde primitif à celui de cette modification: ce passage étant analogue dans chacune d'elles, je me dispenserai de l'indiquer ici par une figure particulière.

Je n'ai point encore rencontré le rhomboïde de cette sixième modification, à l'état complet, et je n'en ai observé les plans que dans très-peu de cristaux; mais, comme je les ai pendant long-temps confondus avec ceux de la modification précédente, il seroit possible qu'ils ne fussent pas aussi rares que le petit nombre de cristaux sur lesquels je les ai reconnus sembleroit l'annoncer. Les variétés, fig. 53, et 54, sont du Derbyshire et du Cumberland. Celle, fig. 54, porte de légères traces des plans du dodécaèdre pyramidal aigu commun, ou de la 36me modification.

SEPTIÈME MODIFICATION.

Rhomboïde obtus de 107°, 3′, *et* 72°, 57′.

Pl. 5.

Le rhomboïde produit par cette modification, est un peu moins obtus que celui de la 4me, et un peu plus que celui primitif. Il est le

résultat d'un reculement des lames cristallines, analogue à celui qui produit le rhomboïde de la modification précédente ; mais les plans auxquels il donne naissance sont plus inclinés sur la base du rhomboïde primitif. J'ai représenté, sous la fig. 55, le passage du rhomboïde primitif à celui de cette modification. C'est à lui à qui appartiennent les plans de la variété nommée *quadri-rhomboïdale*, par Mr. l'Abbé Haüy, et qui est représentée sous la fig. 4. Pl. 8. T. 1[er] des Annales du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris : variété que j'ai placée à la vingt-deuxième modification, sous la fig. 251.

Je n'ai point encore observé ce rhomboïde à l'état complet : sur tous les cristaux sur lesquels j'en ai vu les plans, ils y étoient combinés avec ceux de quelqnes-unes des autres modifications. La plupart de ceux que j'ai observés jusqu'ici venoient, soit du Dauphiné, où je les ai trouvés dans les carrières de la porte de France, de Grenoble, soit du Derbyshire.

La variété, fig. 55, ne diffère du rhomboïde complet, que par la réunion des plans très-étroits du prisme de la 1[re]. modification : j'en possède un cristal très-parfait dont j'ignore la localité.

Celle, fig. 56, est du Derbyshire. Il en est de même de celles, fig. 57, 58, et 59, que j'ai aussi observé en Dauphiné. Si la variété, fig. 59, étoit combiné directement avec les plus du rhomboïde primitif, sans la combinaison des plans d'aucune autre modification, il en résulteroit un dodécaèdre à base droite, mais ayant, dans chacune de ses pyramides, trois faces alternes plus inclinées que les trois autres ; la fig. 55, fait voir, par ses lignes ponctuées, la possibilité de sa formation, et par conséquent de son existence. Lorsque les cristaux, fig. 59, sont parfaitement transparents, ce dont j'ai rencontré de fréquents exemples, il est très-facile de les prendre pour des cristaux de quartz; mais bien souvent les faces qui appartiennent aux plans du rhomboïde primitif sont ternes et raboteuses ; ce qui aide à les faire distinguer. Les variétés, fig. 60, 61 et 62, sont du Derbyshire.

Mr. l'Abbé Haüy avoit déjà donné, dans sa minéralogie, une indice des plans de cette septième modification. C'est à eux aux-

qu'appartiennent les plans marqués L, dans la variété, fig. 36. pl. 26. à laquelle il donne le nom de *rétrograde*. La variété placée à la 23me modification, sous la fig. 269 en renferme aussi les plans.

HUITIÈME MODIFICATION.

NON CITÉE.

Rhomboïde très-obtus de 118°, 34′, *et* 61°, 26′.

Pl. 5me

Ce rhomboïde est le plus obtus de tous ceux que présente la série des cristaux de la chaux carbonatée. Il est le produit d'un reculement des lames cristallines, fait aux angles obtus des plans du rhomboïde primitif qui concourent à la formation de l'angle solide du sommet; ce qui remplace cet angle par trois plans, placés sur les faces. La fig. 63, représente le passage du rhomboïde primitif à celui de cette 8me modification.

Non seulement je n'ai pas encore rencontré jusqu'ici ce rhomboïde à l'état complet; mais, en outre, les cristaux qui en montrent les plans sont extrêmement rares. Les deux cristaux placés sous les fig. 64 et 65, joints à trois autres, placés sous les fig. 521, et 522, à la 41me modification, et à un autre placé sous celle 532, à la 43me sont les seuls où j'en aie encore reconnu les plans. Il se pourroit cependant que quelques-unes des variétés qui portent le nom de lenticulaires, à raison de leur grand applatissement, pussent leur appartenir.

Les variétés, fig. 64 et 65, sont du Hartz. Elles offrent une particularité qui ajoute beaucoup à leur intérêt, qui est de renfermer toutes deux les plans des deux rhomboïdes les plus obtus.

NEUVIÈME MODIFICATION.

NON CITÉE.

Rhomboïde peu obtus de 95°, 28′, *et* 84°, 32′.

Pl. 5me

Le rhomboïde auquel cette neuvième modification donne naissance, est beaucoup moins obtus que celui primitif, et se rapproche beaucoup de la forme cubique. Il est extrêmement rare : après les variétés suivantes, je ne connois de combinaison dans laquelle entrent ses plans, que celle représentée sous la fig. 413, placée à la 36me modification.

J'ai représenté, sous la fig. 66, le passage du rhomboïde primitif à celui de cette neuvième modification. Cette figure fera facilement reconnoître, que ce passage a lieu, par suite d'un reculement des lames cristallines, aux angles obtus qui reposent sur la base; ce qui remplace ces angles par un plan incliné sur les faces. Ce nouveau rhomboïde se casse donc à son sommet sur ses faces; tandis que, dans celui précédent la cassure ou clivage, qui se fait de même sur les faces, a lieu à la base, et que dans ceux antérieurs ce clivage, ayant aussi lieu à la base, se fait sur les arêtes.

Ce rhomboïde à l'état complet, fig. 67, m'a été offert par des morceaux de chaux carbonatée venant de Sibérie C'est aussi du même pays que vient la variété, fig. 68 ; il en existe un fort beau groupe dans la collection de Mr. Greville. Les cristaux de tous les morceaux que j'ai pu observer jusqu'ici, renfermant les plans de cette modification, étoient tous fort grands, et plusieurs même parfaitement isolés. Leurs faces sont souvent ternes et raboteuses ; et quand, ainsi que dans la fig. 68, les plans du dodécaèdre pyramidal aigu de la 36me modification viennent se combiner avec eux, ces derniers plans sont communément d'un éclat vif et brillant, qui contraste alors fortement avec l'aspect terne des plans de ce rhomboïde.

RHOMBOÏDES AIGUS.

DIXIÈME MODIFICATION.

NON CITÉE.

Rhomboïde aigu de 65°, 28′, *et* 114°, 32′.

Pl. 5me

Ce rhomboide est, de même que le précédent, le résultat du reculement des lames cristallines, aux angles obtus des plans du rhomboïde primitif qui reposent sur la base; mais ce reculement est plus prompt, c'est-à-dire qu'il a lieu par un nombre plus considérable de rangées. Il se casse conséquemment, de même que le précédent, à son sommet et sur ses faces. La longueur de son axe est triple de celle de celui du rhomboïde primitif.

Ce rhomboïde est fort rare: je ne l'ai encore observé que parmi les cristaux de chaux carbonatée du Derbyshire. Il s'y montre, soit à l'état complet, fig. 69, soit combiné avec de légères ébauches des plans du prisme de la seconde modification, fig. 70.

Il présente une particularité intéressante, en ce qu'il est une sorte d'inversion du rhomboïde obtus de la septième modification, ayant pour angle saillant de son sommet, celui de 60°, 28′, qui est l'angle saillant de la base de ce rhomboïde, et pour angle saillant de sa base, celui de 119°, 32′, qui est l'angle saillant du sommet de ce même rhomboïde.

Il est aussi, à très-peu de chose près, une inversion de celui de la quatrième modification: ayant, pour les angles de ses plans, la même mesure, à 13 minutes près, que celle des plans de ce rhomboïde, et ces angles étant placés d'une manière inverse.

ONZIEME MODIFICATION.

Rhomboïde aigu de 45°, 34′, *et* 134°. 26′.

Pl. 6me

Le rhomboïde dû à cette modification, est beaucoup plus aigu que celui de la modification précédente; il a été décrit, par Mr. l'Abbé Haüy, sous le nom de *contrastant*, et est celui représenté sous sa fig. 5. pl. 23. il est, de même que le précédent, le résultat d'un reculement des lames cristallines aux angles obtus de la base, mais fait sous un plus grand nombre de rangées.

Ce rhomboïde est un de ceux les plus communs de la chaux carbonatée cristallisée. Il n'est nullement rare de le rencontrer, soit de le l'état complet, fig. 71, soit ayant ses plans combinés avec ceux d'un très-grand nombre des autres modifications. Je l'ai observé venant de nombre de cantons différents; mais celui de tous où jusqu'ici il s'est montré le plus communément, est bien certainement le Derbyshire, où il entre dans la composition d'un grand nombre de variétés appartenant, la plupart, aux formes les plus agréables de la chaux carbonatée. La carrière de la porte de France, près de Grenoble, m'en a offert aussi de fort beaux cristaux, dont quelques-uns étoient d'une grandeur considérable.

Les variétés, fig. 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, et 78, ont toutes été trouvées parmi les cristaux de chaux carbonatée du Derbyshire. Celle, fig. 73, a été décrite, par Mr. l'Abbé Haüy, sous le nom de *uniternaire*.

Celle, fig. 71bis, appartient à la chaux carbonatée martiale de Saltzbourg.

La variété, fig. 78bis, appartient à la chaux carbonatée martiale analysée par Mr. Vauquelin, et dans laquelle il n'a trouvé que de la chaux carbonatée, de l'oxide de fer, et un peu de Silice.

Celle, fig. 82, est une macle produite par la réunion, en sens contraire, de deux moitiés de la variété, fig. 77, prises suivant une section transversale qui passeroit par le milieu de son prisme, ainsi que l'indiquent les lignes ponctuées.

Dans la variété, fig. 79, qui est du Derbyshire, le plan de remplacement des sommets des deux pyramides dont est composé le nouveau rhomboïde, a pris une étendue telle, qu'il descend au dessous de la petite diagonale des plans rhombes, ainsi que l'indiquent les lignes ponctuées de la fig. 73; j'en possède des cristaux très-parfaits.

La variété, fig. 80, est du Hartz.

Celle, fig. 81, est du Cumberland. J'ai vu cette même variété d'un beau vert jaunâtre de chrysolite et d'une belle transparence, et en possède même un cristal; mais j'ignore le lieu de son origine.

J'ignore aussi la localité de la variété, fig. 83, dont je possède aussi des cristaux. Lorsque les plans du rhomboïde de cette modification se combinent avec ceux du dodécaèdre pyramidal aigu commun, ou de la 36me modification, ils sont, ainsi qu'on le verra, par la suite, à la série des cristaux de cette modification, placés en remplacement des angles solides de la base de ce dodécaèdre, sous la forme d'un trapézoïde allongé, dont l'angle le plus aigu est placé sur les arêtes les plus obtuses, et dont les côtés de ce même angle sont parallèles aux arêtes les moins obtuses.

Ce rhomboïde présente une autre particularité remarquable. Il est une sorte d'inversion de celui de la 4me modification; ayant pour angle saillant de son sommet, celui de 40°, 36', qui est l'angle saillant de la base de ce rhomboïde, et pour angle saillant de sa base, celui de 139°, 24', qui est l'angle saillant du sommet de ce même rhomboïde.

DOUZIÈME MODIFICATION.

NON CITÉE.

Rhomboïde aigu de 40°, 26′, *et* 139°, 34′.

Pl. 6me

Ce rhomboïde est très-voisin de celui de la modification précédente il en diffère cependant très-sensiblement : il est le produit d'un reculement analogue des lames cristallines ; mais sous un plus grand nombre de rangées de molécules. Les cristaux qui en renferment les plans, sont très-rares : je ne les ai jamais vus, à une seule exception près, que sur des cristaux provenant du Derbyshire, où il sont assez ordinairement colorés en un jaune légèrement foncé, et un peu brun.

Ce rhomboïde, à l'état complet, fig. 84, est l'aspect le plus ordinaire sous lequel il se présente.

J'ignore la localité de la variété, fig. 85, dont je possède plusieurs petits cristaux isolés.

Lorsque les plans de ce rhomboïde se combinent avec ceux du dodécaèdre aigu, ou commun, de la 36me modification, ils se comportent de la même manière que ceux du rhomboïde de la modification précédente ; mais, au lieu d'avoir les côtés de leur angle isocèle parallèles aux arêtes les moins obtuses, ces côtés se rapprochent de ces mêmes arêtes, par celle de leurs extrémités qui se dirige vers la base des pyramides du dodécaèdre. J'ai placé le cristal qui appartient à cette variété, à la 36me modification, sous la fig. 475 : il existe dans le cabinet de Sir Abraham Hume.

Le rhomboide de cette 12me modification est, à bien peu de chose près, une sorte d'inversion de celui de la modification précédente, ayant pour angle aigu de ses plans, à 10 minutes seulement près, l'angle saillant du sommet de ce rhomboïde, et pour angle obtus des mêmes plans, celui saillant de sa base.

TREIZIÈME MODIFICATION.

Rhomboïde très-aigu de 15° *et* 165°.

Pl. 7me

Cette modification, qui a toujours lieu, de même que les précédentes, par l'action du reculement des lames cristallines aux angles obtus de la base, mais fait par un nombre beaucoup plus grand de rangées de molécules que dans aucune de ces modifications, donne, ainsi qu'on le voit, naissance à un rhomboïde extrêmement aigu. Ce rhomboïde a été aperçu par Mr. l'Abbé Haüy; les plans 1, de sa variété, fig. 20, pl. 24, à laquelle il a donné le nom de *contractée*, lui appartiennent; mais, comme ce cristal est le seul qui, dans l'ensemble des cristaux donnés par ce célèbre minéralogiste, renferme ces plans, il est probable qu'il n'a été à portée de l'observer, ni dans son état complet, ni dans ses diverses combinaisons avec les plans d'aucune des autres modifications.

La fig. 86 représente ce rhomboïde à l'état complet: il est fort rare à rencontrer, et est d'une conservation très-difficile la délicatesse de l'extrémité très-aigue de ses cristaux les rendant extrêmement fragiles. Il en existe un groupe de la plus grande beauté, et en fort grands cristaux, dans le cabinet de Mr. Allen, Professeur de Phisique de l'Institut Royal de Londres, et je dois à son amitié les cristaux isolés et très-parfaits que j'en possède. Ce groupe est du Westmoreland, province d'Angleterre; ses cristaux sont peu transparents et sont colorés en un brun clair tirant un peu sur le jaune.

Les variétés, fig. 87, 88, et 89, qui représentent la combinaison des plans de ce rhomboïde, avec ceux de celui de la quatrième modification, joint à un accroissement plus ou moins considérable de ces derniers, sont du Cumberland, où elles sont communément groupées sur des cristaux de baryte sulfatée. Celle, fig. 89, a été décrite par Mr. l'Abbé Haüy sous le nom de *contractée*. J'ai fréquemment

observé aussi les variétés, fig. 88 et 89, parmi les cristaux de chaux carbonatée du Derbyshire, du Hartz, et de plusieurs autres endroits. Je possède, venant du Cumberland, un cristal isolé de la variété, fig. 87, dans lequel les deux extrémités sont complèttes et parfaitement conservées; il a environ 15 lignes de longueur, sur deux lignes et demie d'épaisseur, et est d'un brun jaunâtre, ainsi que presque tous ceux de ce genre que j'ai vus, provenant du même endroit.

La variété, fig. 90, est aussi du Cumberland, et est très-rare.

Celle, fig. 91, qui est la combinaison des plans de ce rhomboïde très-aigu, avec ceux du dodécaèdre pyramidal, aussi très-aigu, de la 54me modification, existe sur le même groupe du Westmoreland de Mr. Allen, dont j'ai parlé précédemment. Cette variété, dont je possède aussi deux cristaux, est exrêmement délicate et très jolie: les plans du rhomboïde de cette 13me modification y jouent, à l'égard de ceux du dodécaèdre pyramidal aigu de la 54me, le même rôle que les plans du rhomboïde aigu de la 11me modification remplissent à l'égard de ceux du dodécaèdre pyramidal aigu de la 36me. Ils remplacent les angles saillants de la base du dodécaèdre, par un trapézoïde allongé, dont l'angle le plus aigu est placé sur les arêtes les plus obtuses, et dont les côtés de cet angle sont parallèles aux arêtes qui le sont le moins.

Les variétés, fig. 92 et 93, sont du Hartz. Il en existe des groupes dans le cabinet de Mr. Gréville..

Celle, fig. 94, est du Cumberland.

Il seroit facile de confondre, au premier aspect, la variété, fig. 93 avec celle représentée, à la 11me modification, sous la fig. 80; mais l'inclinaison des plans qui appartiennent au rhomboïde y est bien différente.

QUATORZIÈME MODIFICATION.

Rhomboïde très-peu aigu de 87°, 42′, *et* 92°, 18′.

Pl. 6me et 8me

J'ai représenté, sous la fig. 95, le passage du rhomboïde primitif à celui de cette 14me modification, et j'ai exprimé, par des lignes ponctuées, ce même passage plus avancé, afin de faire voir plus distinctement, le rapport qui existe entre la direction des nouveaux plans et celle de ceux du rhomboïde primitif, et déterminer par là, la direction des cassures qui peuvent avoir lieu sur ce rhomboïde, et donnent les plans de clivage. On voit, par cette figure, que le reculement des lames cristallines, qui produit ce nouveau rhomboïde secondaire, peut être considéré sous deux points de vue différents. Dans l'un, il peut être considéré comme intermédiaire et ayant lieu aux angles aigus qui, tels que ceux, a c b et a c d, reposent sur la base ; reculement par la nature duquel les deux plans produits en remplacement de chacun des angles saillants de la base, seroient sur un même niveau, et ne formeroient qu'un seul plan. Dans l'autre, il peut être considéré comme un reculement direct aux angles obtus qui, tels que celui f g h, reposent sur la base ; reculement par la nature duquel le plan produit en remplacement de chacun des angles saillants de la base, porteroit sa direction, de l'autre côté de cet angle, sur l'arête opposée. Dans le tableau des résultats du calcul qui détermine chacune des modifications du cristal primitif de la chaux carbonatée, celui de cette modification est pris d'après ce dernier reculement qui, étant plus simple, offre plus de facilité que l'autre aux opérations de ce calcul.

Ce rhomboïde a été décrit, par Mr. l'Abbé Haüy, sous le nom de *cuboïde*, et est sa variété fig. 27. pl. 23. Il approche en effet considérablement de la forme cubique, à laquelle aucune modification de la chaux carbonatée ne peut parvenir, n'y ayant aucune loi de reculement dans le lames cristallines qui puisse la donner.

Mr. Dodun, est le premier naturaliste qui ait observé les plans de ce rhomboïde, dans leurs combinaisons avec ceux de quelques-unes des autres modifications. Il eut, à cette époque, qui remonte à plusieurs années, la grande honnêteté de m'envoyer une collection extrêmement intéressante de cristaux qui en renfermoient les plans, et qu'il avoit trouvés dans les environs de Castelnaudary, en Languedoc. Mr. Macie, aujourd'hui Mr. Smithson, savant distingué, et membre de la Société Royale de Londres, fut ensuite le premier qui soumit ce rhomboïde au calcul, et détermina par lui la nature du reculement qui préside à sa formation.

J'ai observé depuis ce même rhomboïde, soit complet, soit combiné avec les plans de diverses autres modifications, parmi les cristaux de chaux carbonatée venant de Stronthian en Ecosse, du Derbyshire, et des environs de Bath en Angleterre, du Hartz, &c. &c. en général, les cristaux qui en renferment les plans, ne sont pas très-rares.

Les variétés, fig. 97 et 98, représentent le passage très-avancé du rhomboïde primitif à celui de cette 14me modification ; elles sont des environs de Castelnaudary.

Ce rhomboïde à l'état complet, fig. 96, est aussi des environs de Castelnaudary : il m'a été en outre offert par les cristaux de chaux carbonatée de Stronthian en Ecosse.

Les variétés, fig. 99, 101, 102, et 103, sont de Castelnaudary. Celle, fig. 103, s'est montrée aussi dans les environs de Bath. Cette dernière a été décrite, par Mr. l'Abbé Haüy, sous le nom *d'apophane*.

La variété, fig. 100, est du Derbyshire ; ainsi que celles, fig. 104, 105, et 106.

Celle, fig. 105bis, est du Hartz. Il en existe un très-beau groupe dans le cabinet de Sir Abraham Hume.

Celle, fig. 107, est de Stronthian.

Celle, fig. 108, qui est la combinaison des plans de ce rhomboïde avec ceux de celui de la modification suivante, vient du Hartz.

QUINZIÈME MODIFICATION.

NON CITÉE.

Rhomboïde aigu de 84°, 26′, *et* 95° 34′.

Pl. 8me et 9me.

Ce rhomboïde est, ainsi que le précédent, et tous ceux qui suivent, le produit d'un reculement des lames cristallines aux angles obtus de la base, et il n'y existe d'autre différence entre eux, que celle du nombre de rangées de molécules, suivant lequel il a lieu ; ce qui fait que je n'en ferai aucune autre mention dans les modifications rhomboïdales suivantes. Le clivage a lieu de même, sur chacun de ces rhomboïdes, au sommet du cristal, et sur ses arêtes, et il ne diffère dans chacun d'eux, que par l'inclinaison du plan qui lui est dû.

Il est bien étonnant que le rhomboïde de cette 14me modification n'ait encore été cité par aucun auteur, étant surtout un de ceux qui offrent le plus grand nombre de variétés, par ses combinaisons avec les plans de la plupart des autres modifications. Il aura sans doute été confondu avec le précédent, par les minéralogistes qui se livrent à l'étude de la cristallographie : il en diffère cependant très-sensiblement, même à la vue simple et sans le secours d'aucun instrument.

Le Derbyshire et le Cumberland, en Angleterre, Stronthian, en Ecosse, et le Hartz, en Allemagne, sont les cantons principaux dans lesquels je l'aie observé jusqu'ici.

Parmi les anciens groupes de chaux carbonatée cristallisée qui sont sortis du Hartz, on en rencontre assez fréquemment, dans lesquels ce rhomboïde est à l'état complet, ainsi que le représente la fig. 109; mais les cristaux de ces groupes ont rarement au delà de deux à trois lignes de longueur, ce qui sans doute n'aura pas peu contribué à les faire confondre avec ceux appartenant au rhomboïde précédent. Ces morceaux renferment souvent en même temps des cristaux de

stilbite, ainsi que d'autres appartenant à la substance connue sous le nom d'andréolite ou d'harmotone.

Ce rhomboide existe de même, complet aussi, à Stronthian en Ecosse, et, ce qui est assez remarquable, il y est, de même accompagné fort souvent de cristaux de stilbite et d'andréolite ou harmotome.

Les variétés, fig. 110, 111, 112, et 113, sont du Derbyshire. Il existe un très-beau groupe de celle, fig. 110, dans le cabinet de Sir Abraham Hume.

La variété, fig. 112, est une macle de celle, fig. 111, produite par la réunion, en sens contraire, de deux moitiés, telles que les produiroit une section faite transversalement et sur les bords du prisme triangulaire de cette variété.

Tous les autres cristaux qui composent la série de ceux de cette modification, viennent principalement du Hartz. La variété représentée sous la fig. 115, a souvent été considérée comme un octaèdre, et en effet son aspect est bien propre à produire cette illusion, surtout lorsque ses cristaux sont petits, ce qui leur est assez ordinaire, et lorsque le plan de remplacement de l'angle saillant du sommet descend, ainsi qu'il le fait dans la variété, fig. 115, jusqu'à la petite diagonale des plans du rhomboïde. Le cristal paroit alors formé par la réunion, base à base, de deux pyramides tétraèdres, dans chacune desquelles trois des plans appartiennent à trois de ceux du rhomboïde, et le quatrième à celui de remplacement de l'angle saillant de son sommet. Les variétés, fig. 116 et 117, sont encore dans le même cas; la première avec un remplacement partiel des arêtes supposées être celles de l'octaèdre, et la seconde avec ce même remplacement, joint à celui de l'angle saillant du sommet. Celle, fig. 118, est la même que celle, fig. 117, mais avec plus d'étendue dans une partie des plans. Celle, fig. 117[bis], est aussi du Hartz.

La variété, fig. 124, ressemble au premier aspect, à celle, fig. 107, dans la modification précédente; mais elle en diffère, d'une manière bien sensible, par l'inclinaison respective des plans entre eux, à raison des deux rhomboïdes différents auxquels une partie de ces

plans appartiennent. Ces genres de ressemblance, qui existent entre des cristaux qui appartiennent souvent à différentes modifications, nécessitent de la part de l'observateur cristallographe, une grande attention pour ne pas les confondre.

Le rhomboïde de cette modification doit être regardé comme une sorte d'inversion de celui de la neuvième, à raison de la très-légère différence de six minutes seulement, qui existe entre la mesure des angles de leurs plans, placés en sens contraires dans ces rhomboïdes.

SEIZIÈME MODIFICATION.

NON CITÉE.

Rhomboïde aigu de 81°, 19', *et* 98°, 41'.

Pl. 9me

Ce rhomboïde est très-rare; et je l'ai plus fréquemment rencontré à l'état complet que combiné avec les plans d'aucune des autres modifications. Le plus grand nombre de ces cristaux, que j'aie éte à même d'observer, venoit, soit de l'île de Ferroë, soit d'Ecosse; les premiers communément groupés avec des cristaux de zéolite stilbite, et les autres, avec des cristaux de zéolite analcime. Il existe, dans le cabinet de Sir Abraham Hume, un de ces groupes d'analcime d'Ecosse, à 24 facettes trapézoïdales sur lequel est placé un rhomboïde complet de cette modification, dont la longueur est de plus d'un pouce, et dont la couleur est d'un jaune brun foncé. Les cristaux de ce morceau ont pour gangue l'espèce de roche à laquelle les Allemands ont donné le nom de wacke. C'est aussi la gangue des morceaux qui renferment ce même rhomboïde, à l'île de Ferroë.

Les variétés, fig. 143 et 144, viennent de l'île de Ferroë, et d'Ecosse.

Celle, fig. 145, vient de Castagna-moro en Italie, et est renfermée dans la même espèce de roche que celle dans laquelle se montre ce

rhomboïde en Ecosse : je possède le seul groupe de cristaux que j'en aïe encore observé.

La variété, fig. 146, est de Thuringe: elle est mélangée de cristaux de quartz, et est en grande partie incrustée par du fer oxidé brun: je possède aussi le seul groupe que j'aie encore vu de cette variété.

Celles, fig. 146[bis], et 146[ter], sont du Derbyshire : je possède de l'une et de l'autre des cristaux très-parfaits. Je possède aussi un cristal très-parfait de la variété, fig. 146[4ter], dont j'ignore la localité.

A quatre minutes prés, ce rhomboïde a pour angle saillant de son sommet, celui aigu des plans du rhomboïde primitif, et pour angle saillant de sa base, celui obtus de ces mêmes plans ; il peut donc être considéré comme une sorte d'inversion de ce rhomboïde.

DIX-SEPTIÈME MODIFICATION.

Rhomboïde aigu de 75°, 31′, *et* 104°, 29′.

Pl. 10[me] 11[me] et 12[me]

Ce rhomboïde est celui qui a été décrit, par Mr. l'Abbé Haüy, sous le nom *d'inverse*.

Quoique sa présence, ainsi que nous allons le voir, paroisse jusqu'à présent être exclue d'une partie considérable des roches calcaires, il est cependant, après le rhomboïde de la 14[me] modification, celui qui se montre le plus communément dans la série des cristaux de la chaux carbonatée.

L'étude de ce rhomboïde me met dans le cas de plaçer ici une observation qui, ayant trait à un fait cristallographique très-particulier, me paroit mériter de fixer un moment l'attention du minéralogiste.

Le rhomboïde primitif de la chaux carbonatée se montre assez fréquemment à l'état complet, soit dans les fentes et fissures des hautes montagnes calcaires non coquillières, qui avoisinent les mon-

tagnes primitives, soit dans les fentes et fissures des montagnes primitives elles-mêmes, soit enfin, dans les filons des mines. Il est au contraire extrêmement rare de le rencontrer dans les montagnes calcaires, soit coquillières, soit marneuses. Parmi toutes les observations qui me sont personnelles, je n'en compte que deux qui me l'aient fait appercevoir dans la pierre calcaire coquillière: l'une, dans les environs de L'uxembourg; et l'autre, dans les environs de Metz en France.

Le rhomboïde de cette 17me modification se conduit d'une manière totalement opposée, très-commun à rencontrer à l'état, complet, dans la pierre calcaire coquilliere, il est au contraire extrêmement rare de l'observer, soit dans la pierre calcaire non coquillière des montagnes qui avoisinent celles primitives, soit dans celle qui forme des couches dans les montagnes primitives elles-mêmes. Je ne connois même aucun fait qui l'ait présenté dans cette position, et, s'il en existe quelques-uns ils doivent nécessairement être rares. . Il est assez commun de le rencontrer dans les filons des mines.

Je me borne, dans ce moment, à faire de cette observation une simple citation. Peut-être qu'un jour la cristallographie, cette science si nécessaire à l'étude de la minéralogie, pourra mettre à profit tous les faits épars de cette nature.

Ce fut cette observation que je communiquai autrefois au père de la cristallographie, le célèbre Romé de l'îsle, qui le détermina à donner à ce rhomboïde le nom de *muriatique*, pour le distinguer de celui primitif, dont il avoit déjà séparé, sous le nom de *lenticulaire*, celui obtus de la quatrième modification. Les faits qui étoient connus à cette époque dans la cristallisation de la chaux carbonatée, ne l'avoient pas mis à même d'observer le grand nombre de rhomboides différents qui existent dans cette substance.

Le nom *d'inverse*, que lui a donné depuis Mr. l'Abbé Haüy, lui conviendroit de même aussi très-parfaitement, ce rhomboïde étant en effet une inversion de celui primitif; mais le grand nombre de rhomboïdes différents que renferme la chaux carbonatée, et dont plusieurs sont une inversion les uns des autres, rend cette expression

vague, et peu propre à désigner l'un de ces rhomboïdes de préférence à tous ceux qui, parmi les autres, sont dans le même cas,

Si le nombre immense des variétés qui existent dans les cristaux de la chaux carbonatée, n'étoit pas dans le cas de faire renoncer à donner à chacune d'elles un nom particulier qui, loin de faciliter l'étude de cette substance, y apporteroit une nouvelle difficulté, en la sur-chargeant d'une nomenclature pour le moins aussi vaste et aussi pénible à la mémoire, que celle de la botanique, je croirois que la dénomination de *rhomboïde muriatique*, qui avoit été donné, par Romé de l'isle, à celui de cette 17me modification, seroit celle qui lui conviendroit le mieux, en ce qu'elle rappelle son existence parmi les dépouilles marines qui existent dans nos roches calcaires secondaires: cette existence y est si fréquente que, lorsqu'il se rencontre des coquilles fossiles, dont les cavités intérieures sont garnies de cristaux de chaux carbonatée, dans 9 sur 10, pour le moins, de ces coquilles, les cristaux appartiennent à ce rhomïbode. Son existence n'est même si commune, et les différentes combinaisons dans lesquelles se montrent ses plans, si fréquentes dans les filons des mines de plomb du Derbyshire, que parceque ces filons existent dans une pierre calcaire coquillière, et sont bien souvent coquilliers eux-mêmes.

Les deux endroits qui m'ont offert les plus beaux rhomboïdes complets de cette modification, ainsi que le plus grand nombre de ses variétés les plus intéressantes sont, en France, les roches calcaires coquillières de Couson près de Lyon, et celles de Vougy près de Roanne, en Forez. Chacun de ces deux endroits m'a offert des faits particuliers qui, je crois, méritent de trouver place ici.

La roche calcaire de Couson fait partie d'une chaîne de montagnes coquillières, qui traverse, presque sans interruption, la Bourgogne, une partie de la Franche Comté, la Lorraine, &c. Cette roche, située sur le bord de la Saône, est d'un jaune ocreux, et est généralement exploitée à jour, en forme de carrière, pour la bâtisse de Lyon. A une époque où je me plaisois à y faire quelques recherches, à l'égard des beaux cristaux de chaux carbonatée qui s'y rencontroient, elle renfermoit çà et là, dans son sein, des géodes, souvent

très-volumineuses, ayant pour enveloppe un silex plus ou moins mélangé de terre calcaire, et dans lequel, tantôt la partie siliceuse, tantôt celle calcaire, dominoit; et cela, souvent même par couches concentriques, dans la même géode. C'est dans leur intérieur que se rencontroient ces beaux cristaux de chaux carbonatée, qui m'ont mis à même de faire connoître le rhomboïde de cette modification à Romé de L'isle, et qui depuis ont été si souvent cités. Ils y étoient entremêlés de cristaux de quartz, avec lesquels ils rivalisoient, soit à l'égard de la perfection des formes, soit à l'égard de la transparence.

Quelques-unes de ces géodes, au moment où on les cassoit, étoient pleines d'eau. Elles présentoient alors, pour la plupart, fort peu d'intérêt, à l'égard des cristaux, dont elles étoient totalement ou presque totalement, privées. Un jour que je faisois casser devant moi plusieurs de ces géodes, ayant chargé les ouvriers de mettre de côté celles les mieux formées qu'ils rencontreroient, une d'elles fût cassée assez heureusement, pour qu'une de ses moitiés conservât une grande partie du liquide qu'elle renfermoit. M'étant apperçu, par la manière dont cette eau se mouvoit, le faisant en masse et lourdement, à peu près comme le mercure, qu'elle devoit probablement appartenir à une solution très-concentrée, je me déterminai, à dessein d'examiner ce liquide avec soin, d'emporter avec moi cette partie de géode dans une maison de campagne du voisinage, où j'étois allé passer quelque temps. C'étoit au milieu d'un jour très-chaud du mois de Juillet: un quart d'heure au plus suffit à l'évaporation de toute la partie du liquide, et long-temps avant d'arriver à ma destination, il ne restoit plus, dans ce fragment de géode, qu'une masse cristalline informe et spongieuse de carbonate de chaux. Je n'ai pas été à même de renouveller depuis cette observation.

La roche calcaire de Vougy, exploitée de même pour la bâtisse, est à peu près de la même nature que celle de Couson. A l'époque dont je parle, qui étoit vers 1786, cette roche renfermoit de même disséminées cà et là dans sa substance, des géodes dont l'intéri-

eur étoit garni de cristaux de chaux carbonatée, présentant à peu près les mêmes variétés que la pierre calcaire de Couson ; cependant en cristaux moins parfaits et moins beaux ; mais l'enveloppe, au lieu d'être silicéo-calcaire, se montroit constamment de manganèse oxidé noir, terreux et compacte, ayant souvent jusqu'à un demi-pouce et plus d'épaisseur, et mamelonné dans l'intérieur de la géode.

Il est bien temps de quitter cette digression un peu longue, mais que j'espère qu'on me pardonnera, pour retourner à ce qui concerne la partie cristalline du rhomboïde de cétte 17me modification.

J'ai représenté, sous la fig. 147, le passage du rhomboïde primitif à celui de cette modification, et, par des lignes ponctuées, ce passage plus avancé. On voit, par elles, que le reculement des lames cristallines qui donne naissance à ce rhomboïde, a lieu de manière que les bords de ces mêmes lames, soient parallèles aux petites diagonales des plans du rhomboïde primitif, et que, quand ce nouveau rhomboïde est complet, ses arêtes tiennent exactement la place de ces mêmes diagonales. C'est donc sur les arêtes, et parallèlement à elles, que la cassure ou clivage doit se faire, sur ce rhomboïde.

Ce passage, ainsi que ceux plus avancés, fig. 148, 149, et 150, se rencontre, non seulement parmi les cristaux de chaux carbonatée de Couson, mais aussi parmi ceux de beaucoup d'autres endroits. La variété, fig. 150, a été décrite par Mr. l'Abbé Haüy, et il lui a donné le nom *d'unitaire*.

Le rhomboïde complet, fig. 151, n'est pas rare à rencontrer. En Angleterre, il existe dans les filons du Derbyshire, dans les environs de Bath, où il est très-commun, ainsi que dans la plupart des roches calcaires coquillières de ce Royaume, dans lesquelles il est assez fréquent de rencontrer des coquilles dont l'intérieur en est garni. J'ai observé, parmi les cristaux des environs de Bath, qui offrent ce rhomboïde, une variété très-jolie et fort difficile à reconnoître, au premier aspect. Elle provient de l'accroisement irrégulier des plans de ce rhomboïde, de manière à ce que deux de ceux opposés sont devenus beaucoup plus petits que les quatre autres. Le cristal se présente alors comme un prisme tétraèdre rhomboïdal allongé, à

bases inclinées, fig. 152. Il existe un fort beau groupe de ce genre, dans le cabinet de Sir John St. Aubyn.

Les variétés, fig. 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, et 160, sont toutes de Couson.

Celles, fig. 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, et 170, viennent toutes du Derbyshire, où quelques-unes d'elles, et principalement les cinq premières, sont assez communes : nne partie d'elles se trouvent aussi dans le Cumberland, mais beaucoup moins communément. Celle, fig. 162, est une macle de la variété, fig. 161, produite par une réunion, en sens contraire, de deux moitiés, telles qu'on pourroit les obtenir par une section transversale faite sur le milieu du prisme. Celle, fig. 164, a été décrite, par Mr. l'Abbé Haüy, dans le 1 Vol. des Annales du Muséum de Paris, sous le nom *d'uni-binaire.* Celle, fig. 170, a été décrite par le même savant, dans sa minéralogie, sous le nom *de persistante.*

Les variétés, fig. 171, 172, et 173, sont aussi du Derbyshire. Celle, fig. 171, a été décrite, par Mr. l'Abbé Haüy, sous le nom de *coordonnée.*

J'ai observé les deux variétés, fig. 174 et 175, dans les carrières de la porte de France, à Grenoble, ainsi que dans celles de Couson : j'en possède en outre des cristaux dont j'ignore la localité.

J'ignore de même la localité de la jolie variété, fig. 176, dont je possède un petit groupe de cristaux fort petits, mais très-parfaits.

Les variétés, fig. 177, 178, et 179, sont du Derbyshire. La dernière, dont je possède des cristaux isolés très-parfaits, montre une particularité remarquable et très-interersante, que j'ai représentée sous la fig. 180. On observe, à l'angle saillant de son sommet, trois plans trapézoïdaux légérement saillants sur les plans du rhomboïde de la quatrième modification, sur lesquels ils sont placés, et ayant entre eux la même inclinaison respective. Ces plans resemblent parfaitement à des pièces rapportées, et contrastent fortement avec ceux du rhomboïde de la 4me modification ou lenticulaire, en ce qu'ils sont lisses, tandis que les derniers sont striés. Ces plans paroissent être le résultat d'une superposition de matière cristalline, postèrieurement

à la formation du cristal. Dans quelques-uns de ces cristaux, les plans du rhomboïde lenticulaire montrent en outre une tendance à la forme dodécaèdre pyramidale obtuse, par leur arrondissement.

La variété, fig. 181, est des environs de Bath, et a pour gangue une pierre calcaire oolite : j'en possède un petit groupe.

Celle, fig. 182, est du Derbyshire : j'en possède de même des cristaux.

Je ne connois la variété, fig. 183, que par la description qu'en a donnée Mr. l'Abbé Haüy, dans le premier volume des Annales du Muséum de Paris, sous le nom de *quadruplante* : ce savant dit qu'il la croit du Hartz.

La variété, fig. 184, est de Lancashire en Angleterre, où elle a pour gangue le fer oxidé rouge ou sanguine, souvent à l'état pulvérulent : j'en possède des cristaux très-parfaits.

Celle, fig. 185, est du Derbyshire : j'en possède un assez grand cristal coloré en jaune.

J'ignore la localité des variétés, fig. 186 et 187, dont je possède aussi des cristaux. J'ignore de même celle de la variété, fig. 188, dont je possède de même deux cristaux très-parfaits et de plus d'un demi pouce de longueur.

Les variétés, fig. 189, 190, 191, 192 et 193, sont des environs de Castelnaudary en Languedoc.

J'ignore d'où vient la jolie variété, fig. 194, dont je possède des cristaux.

Le rhomboïde de cette 17me modification est inverse de celui primitif. Il a pour angle saillant de son sommet, celui de 71° 34′, de la base du rhomboïde primitif, et pour angle saillant de sa base, celui de 108° 26′, du sommet de ce même rhomboïde.

Il présente encore une particularité intéressante, en ce que les angles d'incidence ou de rencontre de ses plans entre eux, sont ceux, de 101°, 32′ et 78°, 28′, des angles des plans du rhomboïde primitif.

DIX-HUITIÈME MODIFICATION.

NON CITÉE.

Rhomboïde aigu de 70°, 18′ *et* 109°, 42′.

Pl. 12me

Ce rhomboïde est très-rare, et donne fort peu de variétés, par combinaisons. Je ne l'ai encore observé jusqu'ici, que parmi les cristaux de chaux carbonatée sortis anciennement des travaux des mines du Derbyshire et du Cumberland, en Angleterre.

Le rhomboïde complet, fig. 195, ainsi que les variétés, fig. 196, 197, 198 et 199, sont du Cumberland.

Celles, fig. 200 et 201, sont du Derbyshire. Je possède des cristaux de toutes ces variétés.

Ce rhomboïde, à la legère différence près de 8 minutes, est une sorte d'inversion de celui de la 10me modification ; ayant pour angle saillant de son sommet, celui aigu des plans de ce rhomboïde, et pour angle saillant de sa base, celui obtus des mêmes plans.

DIX-NEUVIÈME MODIFICATION.

NON CITÉE.

Rhomboïde aigu de 61°, 12′ *et* 118°, 48′.

Pl. 13me

Les cristaux qui appartiennent à ce rhomboïde, sont fort rares partout ailleurs qu'en Angleterre, où ils sont assez communs, dans le Derbyshire ; aussi, à très-peu d'exceptions près, tous ceux que j'en ai vus venoîent-ils de ce canton.

Le rhomboïde complet, fig. 202, m'a été fourni par un petit groupe ayant pour gangue une masse de fer oxidé brun, et qui fait partie de ma collection ; j'en ai fait passer depuis peu à l'Académie Impériale de St. Pétersbourg, un fort beau morceau, dont les cristaux sont transparents et d'un jaune brun foncé de résine. J'ignore quelle est la localité de cette variété, qui est extrêmement rare.

La variété, fig. 202bis appartient à de petits cristaux que je crois être à l'état de fer spathique magnésien. Ils accompagnent quelques-uns des minerais de cuivre et d'étain de Cornwall, et sont habituellement d'un brun jaunâtre, quelquefois un peu verdâtre.

Celles, fig. 203 et 204, sont du Derbyshire, où elles ont été assez communes. Une grande partie des cristaux que j'en ai pu observer, présentent une particularité très-remarquable. Ils laissent appercevoir, au dessous de leurs arêtes pyramidales, les plans du rhomboïde primitif, placés ainsi que le représente la fig. 205, et apperçus à travers la substance même du cristal. Souvent ces plans sont colorés différemment que ne l'est le cristal, dont la couleur est un peu grisâtre, tandis que la leur tire sur le brun. D'autres fois, ils ont un jeu de chatoyement très-agréable, que l'on apperçoit en faisant mouvoir le cristal ; de sorte qu'il paroit très-clairement que ces cristaux ont d'abord eu la formation indiquée par la fig. 205, et qu'une superposition de matière cristalline, sur les plans même du rhomboïde primitif, a continué et terminé le cristal.

La variété, fig. 205, se rencontre de même au Derbyshire, ainsi que celles, fig. 206, 207 et 208.

La variété, fig. 209 est du Hartz.

J'ignore la localité des deux jolies variétés, fig. 210 et 211, dont je possède des cristaux très-parfaits, ainsi que de celle fig. 209.

Celles, fig. 212 et 213, sont du Derbyshire : j'en possède des cristaux.

La variété, fig. 214 est du Hartz.

Celles, fig. 215 et 216, sont de Stronthian en Ecosse. Je possède un superbe groupe qui renferme ces deux variétés, et que je dois à l'amitié de Mr. Greenough, Minéralogiste très-instruit, Membre de

la Société Royale de Londres. Les cristaux de chaux carbonatée que renferme ce groupe, sont assez grands et un peu jaunâtres: ils sont chargés d'un nombre immense de petits cristaux très-brillants et d'un très-beau blanc, appartenant à une variété de stilbite particulière à stronthian.

Je possède de petits morceaux de bitume d'un noir foncé, qui viennent d'Ecosse, et qui présentent, dans leur substance, de petites cavités dans lesquelles sont placés des cristaux de la variété, fig. 216[bis].

VINGTIÈME MODIFICATION.

NON CITÉE.

Rhomboïde aigu de 55°, 34′ *et* 124°, 26′.

Pl. 14me

Ce rhomboïde est encore plus rare que le précédent, et ses plans m'ont paru jusqu'ici entrer dans beaucoup moins de combinaisons. Les seules variétés que j'en aie observées étoient, soit du Derbyshire, soit du Cumberland. Il se montre aussi fréquemment à l'état complet que sous celui de combinaison. Un des plus beaux groupes que j'en aie vu est dans le cabinet de Sir Abraham Hume; un des cristaux qu'il renferme, a environ deux pouce de longueur: il est du Derbyshire, et est représenté sous la fig. 217.

La variété, fig. 218, est une des plus communes: elle est du Derbyshire, ainsi que celles fig. 219, 220 et 221: je possède des cristaux de celles, fig. 217, 219 et 220.

Ce rhomboïde, ainsi que les modifications dans lesquelles il se rencontre, offre souvent, au dessous de ses arêtes pyramidales, les plans de celui primitif vus à travers sa substance; et cela, sous le même aspect qui a été décrit à la modification précédente.

VINGT ET UNIÈME MODIFICATION.

NON CITÉE.

Rhomboïde aigu de 50°, 54′ *et* 129°, 6′.

Pl. 14me

Ce rhomboïde est moins rare que le précédent, soit à l'état complet, soit à l'état de combinaison de ses plans avec ceux de quelques-unes des autres modifications. Sa variété à l'état complet, fig. 222, ainsi que celle, fig. 223, est du Derbyshire. Ces cristaux montrent, dans leur intérieur, ainsi que ceux des deux rhomboïdes précédents, les plans du rhomboïde primitif, placés au dessous de leurs arêtes, et vus à travers leur substance.

J'ai fait passer, depuis peu, à l'Académie Impériale de St. Pétersbourg, des groupes très-parfaits, soit de ce rhomboïde complet, soit de la variété, fig. 222bis, qui est aussi du Derbyshire, et est assez rare.

Les variétés, fig. 223, 224, 225 et 226, sont aussi du Derbyshire, où se montre aussi celle, fig. 225, privée des plans du rhomboïde primitif. J'ai observé en outre cette même variété, parmi les cristaux de chaux carbonatée de Stronthian en Ecosse.

J'ignore la localité de la variété, fig. 227, que je ne crois pas très-commune, quoique j'en aie vu plusieurs groupes, et que j'en possède un moi-même. Les cristaux en sont habituellement réunis un grand nombre ensemble, et comme, souvent alors ils ne se laissent appercevoir que par un de leurs angles saillants, tel que celui A, on les prendroit facilement pour appartenir à des agrégations dodécaèdres, analogues à celles que présentent la plupart des régules métalliques.

J'ignore aussi la localité des variétés, fig. 228, 229 et 230, dont je possède des cristaux.

Les variétés, fig. 231, et 234, sont du Derbyshire.

Celle, fig. 232, est du Cumberland, et celle, fig. 233, du Hartz: je possède des cristaux très-parfaits de celles, fig. 231, 232 et 233.

Ce rhomboïde est une sorte d'inversion de celui de la 11ième modification. Il a pour angle saillant de son sommet, à la très-légère différence près de 5 minutes, celui aigu des plans de ce rhomboïde, et pour angle saillant de sa base, celui obtus des mêmes plans.

Il est assez commun de le rencontrer accompagnant la chaux carbonatée en stalactites.

VINGT-DEUXIÈME MODIFICATION.

Rhomboïde très-aigu de 37°, 31′ *et* 142°, 29′.

Pl. 15me

Ce rhomboïde est celui qui a été décrit, par Mr. l'Abbé Haüy, sous le nom de *mixte*. Il est beaucoup plus aigu qu'aucun de ceux précédents, dont le clivage a de même lieu au sommet sur les arêtes.

Il est assez commun, soit à l'état complet, fig. 235, soit ayant ses plans combinés avec ceux des autres modifications, et, ainsi que celui précédent, il accompagne fréquemment la chaux carbonatée en stalactite; le plus communément il s'y montre à l'état complet.

Tous les cristaux qui composent la série des variétés de cette modification, depuis celle, fig. 235, jusqu'à celle fig. 249 inclusivement, ont été trouvés dans le Derbyshire; mais ils existent aussi parmi ceux de la chaux carbonatée d'un grand nombre d'autres cantons. J'ai fréquemment observé les variétés, fig. 247, 248, et 249, parmi les cristaux de cette substance qui viennent du Hartz. Celle, fig. 236, a été décrite, par Mr. l'Abbé Haüy, sous le nom de *birhomboïdale*.

Celle, fig. 241bis, a été décrite aussi par le même auteur, dans le premier volume des Annales du Muséum de Paris, sous le nom d'*unimixte*.

Je possède un petit cristal de la variété, fig. 249bis, il est du Cumberland, et est la réunion des plans de 6 modifications, dont 5 appartiennent à des rhomboïdes.

La variété, fig. 250, a aussi été décrite par Mr. l'Abbé Haüy, dans sa minéralogie, sous le nom de *trirhomboïdale*: il ajoute qu'elle a été trouvée dans les grottes d'Auxelle.

Celle, fig. 251, a été décrite de même par Mr. l'Abbé Haüy, sous le nom de *quadrirhomboïdale*, dans le 1er vol. des Annales du Muséum de Paris. Je ne connois cette variété que par la description qu'en a donnée ce savant minéralogiste, qui dit la tenir de Mr. Gillet de l'Aumont, et dont il ne cite pas la localité.

Je n'ai point encore rencontré non plus la jolie variété, fig. 252, citée par le même auteur et dans le même ouvrage, sous le nom *d'annulaire*, et dont il n'indique pas non plus la localité.

VINGT-TROIZIÈME MODIFICATION.

Rhomboïde extrêmement aigu de 14°,6′ *et* 165°,54′.

Pl. 16me et 17me

Ce rhomboïde est le dernier de tous ceux que la chaux carbonatée m'a permis de reconnoître, parmi les différentes variétés que présentent ses cristaux. Il en est aussi le plus aigu. Ses plans avoient déjà été apperçus par Mr. l'Abbé Haüy: ils appartiennent à ceux K de sa fig. 21, pl. XXIV. à laquelle il a donné le nom de *dilatée*.

Ce rhomboïde, à raison de la finesse et de la délicatesse de ses extrémités, qui le rendent très-fragile, doit se rencontrer bien rarement à l'état de conservation parfaite; je l'ai cependant apperçu plusieurs fois, sur quelques-uns de ces groupes, venant du Hartz, dont les cristaux sont assez ordinairement régardés comme capillaires et indéterminés, à raison de leur grande finesse, qui est souvent telle, que leurs faces ne peuvent être bien appercues que par une très-grande attention. La fig. 253 réprésente ce rhomboïde complet.

La variété, fig. 254, est du Cumberland en Angleterre, ainsi que celle, fig. 254bis : je possède des cristaux de ces deux variétés.

Les variétés, fig. 255, 256, 527, 257bis, 258, 259, et 260 sont du Hartz: je possède des cristaux de toutes ces variétés, et ai fait passer, à l'Académie Impériale de St. Petersbourg, de fort beaux groupes qui en renferment une partie.

La variété, fig. 261, est assez commune. Les cantons cependant où elle se rencontre le plus fréquemment, sont le Derbyshire et le Cumberland en Angleterre, le Hartz et le Duché de Deux-Ponts en Allemagne. Dans ce dernier canton, elle se montre assez communement dans l'intérieur de géodes quartzeuses ou calcédoniennes, qui renferment en outre des cristaux d'andréolite, harmotome de Mr. l'Abbé Haüy. C'est à cette variété que ce savant à donné le nom de *dilatée*. La variété, fig. 262, en est la macle; elle est produite par la réunion, en sens contraire, de deux moitiés, prises suivant une section transversale qui passeroit par le milieu de son prisme: j'en possède un cristal qui vient de même des Deux-Ponts.

La variété, fig. 265, est aussi de Deux-Ponts: elle n'est pas aussi commune que celle, fig. 261.

La variété, fig. 266, vient du Hartz: j'en possède un petit groupe.

Celle, fig. 267, a été décrite, par Mr. l'Abbé Haüy, sous le nom *d'hyperoxide*; elle vient du Hartz. Je l'ai aussi observée parmi les cristaux de chaux carbonatée du Derbyshire. Les variétés, fig. 268 et 269, sont du Derbyshire. Celle, fig. 269, a été décrite, par Mr. l'Abbé Haüy, sous le nom de *rétrograde:* le morceau qui a servi à sa description venoit, dit-il, soit d'Oberstein, soit de la principauté de Deux-Ponts.

Les variétés, fig. 270, 271, 272, et 273, sont du Hartz: je possède des cristaux très-parfaits de chacune d'elles.

Il faut bien soigneusement distinguer ce rhomboïde de celui, un peu moins aigu, décrit sous la 13me modification, avec lequel on seroit tenté de le confondre au premier aspect. Il est le produit

d'un reculement bien différent des lames de la cristallisation ; aussi se clive-t-il à son sommet, sur ses arêtes, tandis que celui de la 13me modification, qui se clive aussi à son sommet, ne permet ce clivage que sur ses faces.

MODIFICATIONS PYRAMIDALES.

OBSERVATIONS.

Les modifications dont nous nous sommes occupés jusqu'ici, ont constamment donné, à l'exception de celles qui ont trait à la formation des prismes, des rhomboïdes, soit obtus, soit aigus. Celles dont nous allons nous occuper maintenant, donnent toutes naissance à des dodécaèdres qui sont de même, soit obtus, soit aigus. Le plus généralement leurs plans triangulaires sont scalènes, et ces triangles varient simplement, dans les différentes modifications, par la mesure de leurs angles. Ces dodécaèdres peuvent, en conséquence, être considérés comme formés par la réunion, base à base, de deux pyramides hexaèdres à plans triangulaires scalènes, et dont conséquemment les angles de la base sont alternativement dans un plan différent; ce qui forme une espèce de zig-zag aux bords de réunion de la base de ces pyramides. Mais ce genre de dodécaèdre n'est pas exclusif dans la chaux carbonatée: nous verrons qu'il existe, tant parmi ceux obtus, que parmi ceux aigus, non seulement des reculements possibles, mais encore admis par la nature, dont l'action donne naissance à des dodécaèdres, dans lesquels les deux pyramides ont leurs plans triangulaires isocèles, et par conséquent dont tous les angles, formés par la réunion des deux bases, sont dans un même plan.

Comme, dans les dodécaèdres pyramidaux obtus, les cristaux qui en renferment les plans sont en général assez rares, et ont communément ces mêmes plans combinés avec ceux des autres modifications pyramidales, soit aigues, soit même aussi obtuses, et principalement avec ceux de la 36me modification, j'ai placé, dans les dodécaèdres pyramidaux obtus, plusieurs des combinaisons dans lesquelles entrent leurs plans, quoique, en réalité, les plans appartenant à quelques-uns des dodécaèdres aigus, étant les plus apparents, fissent

appartenir plus particuliérement ces cristaux à ces mêmes dodécaèdres. Ces combinaisons cependant n'ayant pas été épuisées par là, on retrouvera une partie d'elles placées aussi dans les séries des cristaux qui appartiennent aux autres dodécaèdres.

Dans le tableau des modifications, j'ai désigné les rhomboïdes par les angles de leurs plans ; mais on sent qu'ils eussent pu être désignés de même par les angles saillants, tant de leur sommet, que de leurs bases. Par exemple, dans le rhomboïde de la 11me modification, au lieu de dire rhomboïde aigu de 45°, 34′, et 134°, 26′, on auroit pu dire rhomboïde de 40° 36′, et 139°, 24′, ou simplement rhomboïde de 40°, 36′, en le désignant, par le seul angle saillant de son sommet, qui est toujours supposé pris sur une des arêtes et le plan qui lui est opposé. Pour plus d'exactitude encore, on pourroit ajouter, clivable au sommet ou à la base, sur les faces, ou sur les arêtes.

Adoptant la même méthode pour les dodécaèdres, je les désignerai par la mesure de l'angle saillant de leur sommet, pris sur deux des arêtes opposées. Ainsi, pour désigner le dodécaèdre pyramidal aigu commun, ou de la 36me modification, je dirai simplement, dodécaèdre pyramidal aigu de 48°, 22′ ; et si l'on vouloit donner plus de précision à la phrase, on pourroit ajouter, clivable au sommet, sur les arêtes les plus obtuses.

DODÉCAÈDRES PYRAMIDAUX OBTUS.

VINGT-QUATRIÈME MODIFICATION.

NON CITÉE.

Dodécaèdre pyramidal obtus de 134°, 28′.

Pl. 17me

J'ai indiqué par la fig. 274, le passage du rhomboïde primitif à ce dodécaèdre. On voit par elle, que ce passage est le résultat d'un reculement des lames de la cristallisation, le long des arêtes pyramidales du rhomboïde primitif, et parallélement à elles, mais qui, au lieu de remplacer ces arêtes par un seul plan, ainsi que dans les modifications rhomboïdales, les remplace par deux, dans chacun desquels les bords sont parallèles aux arêtes. D'après cette formation, dans le dodécaèdre de cette modification, ainsi que dans ceux suivants, qui sont le résultat d'un reculement analogue, trois des arêtes de chacune des pyramides sont toujours placées dans la même direction que celles du rhomboïde primitif; et, lorsque les plans du rhomboïde obtus de la 4me modification viennent se combiner avec eux, ils occupent toujours la place des arêtes qui répondent à celles conservées du rhomboïde primitif, et sont également inclinés sur les plans adjacents.

Je n'ai point encore rencontré le passage du rhomboïde primitif à ce dodécaèdre, ainsi que l'indique la fig. 274 ; non plus que le dodécaèdre pyramidal obtus complet, ainsi que l'indique la fig. 275.

Mais j'ai vu, et même je possède, des cristaux de la variété représentée sous la fig. 276, qui ne diffère du dodécaèdre complet, que par la combinaison des plans, très-courts, du prisme de la seconde modification : elle est du Cumberland. Il en existe un groupe, dont les cristaux sont assez grands, dans la collection de Sir Abraham Hume.

La variété, fig. 277, est du Derbyshire.

Les deux cristaux précédents, joints à celui représenté sous la fig. 348, à la 35me modification, sont les seuls dans lesquels j'aie encore observé, jusqu'ici, les plans du dodécaèdre pyramidal obtus de cette 24me modification.

VINGT-CINQUIÈME MODIFICATION.

NON CITÉE.

Dodécaèdre pyramidal obtus de 126°, 51'.

Pl. 17me

Ce dodécaèdre est moins obtus que le précédent. Je n'en donne point le passage sur les plans du rhomboïde primitif, parce que je ne l'ai point encore observé dans la nature, et que le reculement qui le produit ayant lieu de la même manière que celui du dodécaèdre pyramidal obtus précédent, et n'en différant que par le nombre de rangées suivant lequel il a lieu, la fig. 274, donnée à la modification précédente, peut servir à faire concevoir ce passage; elle peut de même servir pour tous les dodécaèdres dans lesquels ces reculements ont lieu de la même manière.

Le dodécaèdre pyramidal obtus de cette 25me modification, nous offre un des exemples de ceux dont j'ai parlé dans l'observation placée à la tête de cette nouvelle série, dans lesquels les plans triangulaires des pyramides sont isocèles, et tous les angles de la base dans un même plan.

Mr. l'Abbé Haüy, dans la partie géométrique de sa minéralogie, volume premier, p. 314, après avoir donné le calcul de détermination de la pyramide obtuse qui forme le sommet de la variété qu'il nomme *soustractive*, et qui appartient à la 27me modification de cet

ouvrage, entre dans quelques recherches, pour savoir s'il ne pourroit pas exister une loi de reculement (désignée par cet auteur sous le nom de loi de décroissement, dont je me suis moi-même servi pendant longtemps) qui pût donner le dodécaèdre à plans triangulaires isocèles. Le calcul qu'il fait, à ce sujet, démontre que celui par deux rangées, le long des arêtes du rhomboïde primitif, qui répond éxactement à celui par deux diagonales aux angles obtus du sommet, qui a servi de base au calcul de cette modification, est dans ce cas ; mais ce savant ajoute ensuite qu'il n'en a pas encore rencontré les plans, parmi ceux qui appartiennent aux cristaux de la chaux carbonatée. Il apprendra sans doute avec plaisir l'existence d'une modification, dont il avoit si bien démontré la possibilité. Nous verrons, par la suite, que ce n'est pas le seul exemple de ce genre qui soit fourni par cette substance.

Je n'ai point encore observé le dodécaèdre complet de cette modification, représenté sous la fig. 278.

Les plans qui appartiennent à ce dodécaèdre, doivent être placés au nombre de ceux les plus rares de la chaux carbonatée. Les deux variétés, fig. 279 et 280, sont les seules que j'aie encore rencontrées jusqu'ici qui les renfermassent : je possède un cristal de chacune de ces deux variétés. J'ignore la localité de celui, fig. 279 : celui, fig. 280, est du Derbyshire; il est la combinaison des plans de 6 modifications, et renferme 54 plans.

VINGT-SIXIÈME MODIFICATION.

NON CITÉE.

Dodécaèdre pyramidal obtus de 124°, 36′.

Pl. 18me

Le dodécaèdre de cette modification est un peu moins obtus que celui de la modification précédente : il en diffère essentielle-

ment, en ce que ses plans triangulaires sont scalènes. Il est le produit d'un décroissement analogue à celui qui a contribué à la formation des dodécaèdres précédents. Ses plans sont beaucoup moins rares à rencontrer dans les cristaux de chaux carbonatée, que ceux qui appartiennent aux deux modifications qui ont précédé.

La variété en dodécaèdre complet, fig. 281, vient du Derbyshire; mais elle n'y est pas très-commune: j'en possède des cristaux isolés. La variété, fig. 282, est du Cumberland: j'en possède un fort beau cristal. Celles, fig. 283, 284, 285, 286 et 287, sont du Derbyshire: je possède des cristaux de chacune d'elles, à l'exception seulement de la dernière.

VINGT-SEPTIÈME MODIFICATION.

Dodécaèdre pyramidal obtus de 121°, 26′.

Pl. 18me et 19me

Le dodécaèdre pyramidal de cette modification a été cité par Mr. l'Abbé Haüy. C'est à lui qu'appartiennent les plans qui terminent le sommet de la variété à laquelle il a donné le nom de *soustractive*, qui à la légère différence près, dans la grandeur des cotés du prisme, est celle représentée sous la fig. 291.

Les cristaux qui renferment les plans de ce dodécaèdre sont assez communs, tant dans le Derbyshire que dans le Cumberland; mais ils paroissent assez rares partout ailleurs. La variété en dodécaèdre complet, fig. 288, est une des plus rares; je l'ai cependant observée plusieurs fois et en possède des cristaux: elle est du Derbyshire. Celles, fig. 289 et 290, viennent du Derbyshire et du Cumberland.

Celles, fig. 292, 293, 294, 295, 296 et 297, sont de même, soit du Derbyshire, soit du Cumberland. Celle, fig. 294, est une macle de celle fig. 293, dans laquelle les plans du prisme sont assez grands pour être en contact les uns avec les autres. La forme de ce genre

de macle sera décrite avec détails à la 36[e] modification : je possède un cristal de chacune des variétés, fig. 295 et 296.

Les deux variétés, fig. 298 et 299, m'ont été offertes par des cristaux qui m'ont été dits venir de Turquie. Ils étoient alors entre les mains de Forster, le marchand de minéraux qui certainement a été le plus utile aux progrès de la minéralogie, par l'industrie et l'intelligence avec laquelle il faisoit ce commerce : elle a aujourd'hui à regretter sa perte.

J'ignore la localité des deux jolies variétés, fig. 300 et 301, de chacune desquelles je possède un petit cristal.

Les variétés, fig. 302 et 304, sont du Derbyshire : je possède des cristaux de celle, fig. 302 ; celle, fig. 304 a été décrite, par Mr. l'Abbé Haüy, sous le nom de *surcomposée*, à raison, sans doute, de ce que c'est la seule variété que les circonstances lui aient offertes, présentant la combinaison de 5 modifications. L'ensemble des cristaux décrits dans cet ouvrage, fait voir qu'il y existe soixante-neuf de ces combinaisons, et qu'il s'en faut de beaucoup que celle de cinq modifications soit la plus considérable, puisqu'il existe des cristaux dûs à la combinaison de six, sept, huit, neuf, dix et onze modifications. La variété, fig. 301, est elle même une combinaison de cinq.

Je dois, à l'amitié de Mr. Allen, que j'ai déjà eu l'occasion de citer de la même manière, un groupe extrêmement intéressant, soit par son ensemble, soit par les variétés de formes que présentent les cristaux dont il est composé. Ce groupe est formé par une immensité de cristaux empilés les uns sur les autres, de manière à former un dodécaèdre aigu irrégulier, ayant le sommet de chacune des deux pyramides, dont il est composé, terminé par un cristal simple et très-parfait de la même forme que ceux empilés. A la partie centrale, formée par la réunion des bases des deux pyramides, il est cérné par une ceinture de cristaux de même forme aussi, mais d'une grandeur beaucoup plus considérable. Parmi les cristaux, le plus grand nombre est en dodécaèdres obtus ; mais, des six plans dont est formée chacune de leurs pyramides, quatre appartiennent

à la 26me modification, ét les deux autres, qui sont adjacents l'un à l'autre, appartiennent à cette 28me. Dans quelques-uns, les plans d'un prisme court, dû à la seconde modification, viennent se joindre au cristal. Dans d'autres, les plans un peu arrondis du rhomboïde de la 4me modification viennent en outre s'y réunir aussi. Parmi les grands cristaux, celui qui l'est le plus, est, à l'exception près de la singularité citée ci-dessus et offerte par les pyramides de tous les cristaux, parfaitement analogue à celui représenté sous la fig. 302, dont le prisme seroit plus court, et qui en même temps auroit conservé les mêmes traces des plans du rhomboïde primitif, que l'on observe à la fig. 295. Ce morceau intéressant est du Cumberland.

VINGT-HUITIÈME MODIFICATION.

NON CITÉE.

Dodécaèdre pyramidal obtus de 118°, 26'.

Pl. 19me

A bien peu d'exceptions près, tous les cristaux dans lesquels j'ai observé jusqu'ici les plans de ce dodédaèdre venoient, soit du Derbyshire, soit du Cumberland; ces cristaux sont même assez communs dans le premier de ces deux endroits. Je n'ai cependant point encore observé ce dodécaèdre à l'état complet, ainsi que le représente la fig. 304.

Mais je possède des cristaux très-parfaits de la variété, fig. 305, qui n'en diffère que par sa combinaison avec les plans, fort courts, du prisme de la seconde modification. Il existe, dans le cabinet de Sir Abraham Hume, des groupes de la variété, fig. 306 : j'en possède moi-même de petits cristaux.

Au premier aspect, les cristaux appartenant aux deux variétés, fig. 305 et 306, paroissent être les mêmes que ceux, fig. 289 et 290, de la modification précédente, ils en diffèrent cependant essentiellement,

par l'inclinaison des faces pyramidales: observation bien nécessaire à faire, lorsque l'on veut déterminer les cristaux de toutes les substances minérales, et plus particulièrement encore ceux de la chaux carbonatée.

La variété, fig. 307, est des environs de Bath: j'en possède des cristaux. Celles, fig. 308, 309, 310, 311, et 312, sont du Derbyshire, où elles ont été assez communes.

Celle, fig. 313, a été décrite, par Mr. l'Abbé Haüy, sous le nom de *quadridodécaèdre*, dans le premier volume des Annales du Muséum de Paris, et il l'a citée comme venant du Derbyshire. Cependant cette variété ne peut appartenir à cette 28me modification, que parceque j'ai cru devoir rapporter, à cette même modification, les plans indiqués par la lettre q dans la figure donnée par ce savant, tandis que par la description qu'il donne en même temps de cette même variété, ces plans devroient appartenir à ma 30me modification; mais je n'ai donné cette 30me modification que d'après l'autorité de ce célèbre cristallographe. Le cristal qui la lui a offert vient aussi, d'après la citation qu'il fait de sa localité, du Derbyshire: depuis plus de 10 ans, que je ne laisse échapper aucune occasion de voir et de comparer les cristaux de chaux carbonatée de cette province de l'Angleterre, si énormément riche dans les variétés de formes de cette substance, je n'ai encore apperçu aucun plan qui puisse être rapporté à cette 30me modification. Cependant, comme son existence est possible, et que l'autorité de Mr. l'Abbé Haüy est d'un très-grand poids, j'ai cru devoir placer cette modification au nombre de celles que j'ai reconnues moi-même dans la chaux carbonatée; mais j'ai cru en même temps devoir y joindre cette observation. S'il étoit possible qu'un cristal n'étant pas assez bien prononcé, ou ayant celles de ses faces qui appartiennent au dodécaèdre obtus légèrement arrondies, ainsi que cela arrive très-fréquemment, ait pu faire naître quelqu'erreur dans l'établissement de cette modification, alors la variété, donnée par Mr. l'Abbé Haüy, sous le nom de *disjointe*, fig. 38. pl. XXVI. seroit celle, fig. 315, de cette 28me modification, qui est assez commune dans les filons du Derbyshire; et celle dont il est ici question, sous le nom de *quadri-*

dodécaèdre, appartiendroit en réalité à la place que j'ai fait occuper à cette variété, représentée sous la fig. 313.

D'un autre coté, j'ai placé, à la 36me modification, sous la fig. 481, une autre variété que Mr. l'Abbé Haüy a de même citée, dans le premier volume des Annales du Muséum de Paris, sous le nom de *tridodécaèdre*, qui est aussi du Derbyshire, et dont j'ai cru devoir rapporter les plans q, qui appartiendroient à la 30me modification, que je n'ai jamais vue, à ceux de la 28me. Je me suis cru d'autant plus fondé à le faire, que cette variété, en changeant seulement les plans de la 30me modification en ceux de la 28me, vient tout récemment de se montrer, en fort beaux cristaux, dans les travaux des mines du Derbyshire, conjointement avec d'autres groupes, renfermant les variétés représentées, à la 36me modification sous les fig. 420 et 421. Dans tous les cas, si l'erreur est de mon coté, ce qui seroit très-possible, la rectification en sera toujours très-facile, et, comme les variétés *tridodécaèdre* et *quadridodécaèdre*, décrites par Mr. l'Abbé Haüy, se rencontrent, dans le Derbyshire, avec les plans du dodécaèdre pyramidal obtus de cette 28me modification, au lieu de ceux de la 30me, les mêmes variétés, avec les plans de la 30me, seroient simplement à placer au nombre des cristaux de cette 30me modification, dont l'existence seroit alors parfaitement assurée.

Les variétés, fig. 314, 315, 316, 317, et 318, sont, tant du Derbyshire, que du Cumberland : je possède des cristaux de chacune de ces variétés, à l'exception seulement de celle fig. 314, qui cependant n'est pas fort rare.

VINGT-NEUVIÈME MODIFICATION.

NON CITÉE.

Dodécaèdre pyramidal obtus de 117°, 25'.

Pl. 20me

Ce dodécaèdre diffère bien peu de celui de la modification précédente, puisque cette différence n'est que d'un seul dégré dans la mesure de l'angle saillant de son sommet, prise sur deux de ses arêtes opposées ; mais la difference dans l'inclinaison des arêtes entre elles est plus considérable, et est très-sensible. Les plans du dodécaèdre de la modification précédente se rencontrent entre eux sous trois arêtes de 163°, 58', et sous trois autres de 130°, 8', tandis que les plans du dodécaèdre de cette 29me modification se rencontrent sous trois arêtes de 165°, 8', et sous trois autres de 127°, 31'. Les plans de cette modification sont au nombre de ceux les plus rares de la chaux carbonatée. En outre des trois cristaux suivants, qui les renferment combinés avec ceux de quelques-unes des autres modifications, je ne les ai observés que sur trois autres, ceux des variétés, fig. 336, 344, et 454, placées aux modifications 32me, 34me, et 36me.

Je n'ai point encore rencontré le dodécaèdre complet de cette modification tel que le représente la fig. 319 ; mais je possède un petit cristal de la variété, fig. 320, qui n'en diffère que par les plans d'un prisme court, dû à la combinaison de ceux de la seconde modification : j'ignore sa localité.

Je possède aussi des cristaux très-parfaits de la variété, fig. 321, dont j'ignore de même la localité, ainsi que de celle, fig. 322, qui est du Derbyshire.

TRENTIÈME MODIFICATION.

Dodécaèdre pyramidal obtus de 115°, 17'.

Pl. 20me

Cette modification a été citée par Mr. l'Abbé Haüy: ses plans font partie de sa variété, fig. 38. pl. XXVI. à laquelle il a donné le nom de *disjointe*. Je n'ai jusqu'ici rencontré ses plans sur aucun cristal, et ne la place ici que d'après l'autorité de ce savant cristallographe. On a vû d'ailleurs mon opinion, à son égard, avec plus de détails à la 28me modification.

La variété, fig. 323, représente le dodécaèdre complet de cette 30me modifidation, s'il se rencontroit sous cet état.

Celle, fig. 325, est la variété à laquelle Mr. l'Abbé Haüy a donnée le nom *disjointe*. J'y réunis, sous la fig. 324, une variété, que ce même auteur a décrite dans le premier volume des Annales du Muséum de Paris, et qu'il dit venir du Simplon, passage situé dans les Alpes. Je ne connois pas le cristal auquel appartient cette variété que ce savant a nommé *binosenaire*: il ne seroit pas étonnant que, venant d'un canton dont les produits calcaires cristallisées n'ont pas encore été soumis à un examen un peu étendu, il présentât une modification nouvelle de la chaux carbonatée. Mr. l'Abbé Haüy décrit, dans le même ouvrage, sous le nom *d'additive*, une autre variété, qui est celle, fig. 324, augmentée des plans du rhomboïde de la 4me modification, et l'a dit venir du Derbyshire.

TRENTE ET UNIÈME MODIFICATION.

NON CITÉE.

Dodécaèdre pyramidal obtus de 100°, 24′.

Pl. 20me

Le dodécaèdre dû à cette 31me modification, est beaucoup moins obtus qu'aucun de ceux des modifications précédentes. Il est le résultat d'un reculement différent dans les lames cristallines. Quoique les plans qu'il produit soient toujours en remplacement des arêtes pyramidales, ces plans cessent de leur être parallèles.

J'ai représenté, sous la fig. 326, le passage du rhomboïde primitif à ce dodécaèdre. On voit, par elle, que les bords des lames qui sont en reculement, ne sont point parallèles aux arêtes du rhomboïde primitif, mais se rapprochent d'elles, du côté du sommet de ce même rhomboïde.

Cette modification présente un second exemple, à joindre à celui offert par la 25me modification, d'un dodécaèdre obtus à plans triangulaires isocèles, et ayant ses deux pyramides hexaèdres jointes base à base dans un même plan.

Je n'ai point encore observé ce dodécaèdre à l'état complet, ainsi que le représente la fig. 327.

Mais je possède des cristaux de la variété, fig. 328, dans lesquels ses plans terminent le cristal d'une manière très-régulière : elle est du Cumberland.

La variété, 329, est du Cumberland : je possède un groupe dont les cristaux lui appartiennent. La variété, fig. 330, est de même du Cumberland.

Celle, fig. 331, est du Derbyshire : elle est la combinaison de six modifications, et renferme 48 facettes.

Je possède des cristaux de ces deux dernières variétés.

En général, tous les cristaux qui peuvent renfermer les plans du dodécaèdre pyramidal obtus de cette 31me modification, sont très-peu communs.

TRENTE-DEUXIÈME MODIFICATION.

NON CITÉE.

Dodécaèdre pyramidal obtus de 101°, 6′.

Pl. 20me et 21me

Je n'ai pas encore rencontré ce dodécaèdre à l'état complet, ainsi que le représente la fig. 332.

Les variétés, fig. 333, 334, 335, et 336, sont toutes du Derbyshire.

Je possède des cristaux très-parfaits des variétés, fig. 333 et 336; toutes sont très-composées. Celle, fig. 333, est la combinaison de 5 modifications, et renferme 48 facettes. Celle, 334, en est la macle, produite par la réunion de deux moitiés placées en sens contraire, et telles que pourroit les produire une section transversale, faite sur le milieu des côtés du prisme. La variété, fig. 335, est aussi la combinaison de 5 modifications, et renferme 54 facettes. Celle, fig. 336, enfin, est la combinaison de 6 modifications et renferme 60 facettes.

J'ignore d'où vient la variété, fig. 337, dont je possède plusieurs petits cristaux très-parfaitement déterminés: elle est la combinaison de 5 modifications, et renferme 36 facettes. Tous les cristaux renfermant les plans de cette 32me modification, sont rares. Le dodécaèdre qui lui appartient se clive, à sa base, sur ses arêtes les moins obtuses.

TRENTE-TROISIÈME MODIFICATION.

NON CITÉE.

Dodécaèdre pyramidal obtus de 95°.

Pl. 21me

Le dodécaèdre pyramidal produit par cette modification, est le dernier des dodécaèdres pyramidaux obtus que présente la chaux carbonatée : les cristaux dans lesquels ses plans peuvent être observés sont assez rares.

Ainsi que dans la plupart des modifications pyramidales obtuses précédentes, je n'ai point encore rencontré le dodécaèdre de cette 33me modification complet, tel qu'il est représenté sous la fig. 338. Les cristaux dans lesquels j'en ai observé les plans, sont très-composés, et, en outre des deux variétés suivantes, je ne connois aucun autre cristal qui me les ait fait observer.

Les variétés, fig. 339 et 340, sont du Derbyshire : je possède des cristaux de chacune d'elles. Celle, fig. 339, est la combinaison de 10 modifications, dont quatre appartiennent à des dodécaèdres, 5 à des rhomboïdes, et une au prisme de la 2me modification ; elle renferme donc 84 facettes. Les plans des quatre rhomboïdes y sont placés les uns au-dessus des autres, en forme de marches d'escalier.

La variété, fig. 340, est la combinaison de huit modifications, dont 4 appartiennent à des dodécaèdres, 3 à des rhomboïdes, et une au prisme de la seconde modification ; elle renferme 72 facettes.

Le dodécaèdre pyramidal obtus de cette 33me modification se clive, ainsi que le précédent, à sa base, sur ses arêtes les moins obtuses.

OBSERVATIONS

SUR LES DODÉCAÈDRES PYRAMIDAUX OBTUS.

On a pu voir, par ce qui a précédé, que la série des cristaux appartenant aux différentes modifications qui donnent des dodécaèdres pyramidaux obtus, est, en plus grande partie, composée de cristaux extrêmement rares à rencontrer. Ils le sont d'autant plus, que jusqu'ici ces dodécaèdres, et leurs combinaisons, sont presque dans le cas d'être considérés comme étant une propriété particulière à l'Angleterre, où ses trois provinces, le Derbyshire, le Cumberland, et le Comté de Durham, généralement compris avec le Cumberland, dans l'indication des lieux d'origine des cristaux, montrent quelques-uns d'entre eux avec autant d'abondance, que le reste de l'Europe paroit au contraire les montrer rarement.

D'après la grande quantité de modifications différentes qui donnent naissance à ces dodécaèdres, et que nous venons de voir être au nombre de dix ; ainsi que d'après la différence peu considérable qui existe entre l'inclinaison des plans de la plupart d'entreux, et surtout encore, d'après le peu d'espace que ces plans ont la possibilité d'occuper, ce qui les rend toujours fort étroits, on conçoit facilement que, si plusieurs de ces modifications ont lieu de suite, sur un même cristal, l'ensemble des petites faces étroites auxquelles elles donneront naissance, et qui toutes seront dans des plans différents, produira des faces curvilignes. C'est ce qui arrive en effet dans les dodécaèdres pyramidaux obtus.

C'est aussi ce qui arrive fréquemment, dans la quatrième modification, aux plans du rhomboïde obtus auxquels elle donne naissance par le remplacement des arêtes pyramidales du rhomboïde primitif, les plans de quelques-unes de ces modifications pyramidales venant s'y joindre en un certain nombre, ou avec irrégularité, arrondissent nécessairement, et sous un seul plan l'ensemble dû à cette réunion.

J'ai représenté sous la fig. 341, une de ces variétés les plus parfaites, elle est en dodécaèdre pyramidal obtus, ayant les plans de chacune de ses pyramides hexaèdres parfaitement arrondis. Elle est du Comté de Durham.

Les plans du rhomboïde primitif, lui même, sont sujets à cet arrondissement. Comme nous avons vu que les différentes modifications donnent naissance à nombre de rhomboïdes et de dodécaèdres, auxquels il faux ajouter les dodécaèdres aigus dont il nous reste à parler, si les plans de ce rhomboïde éprouvent successivement un certain nombre de ces modifications, et cela surtout, avec quelques irrégularités dans les divers reculements qui leur donnent naissance, chacun de ces plans sera remplacé par une face curviligne, qui indiquera fréquemment, par des stries, la direction des bords des plans dûs au reculement. J'ai représenté, sous la fig. 6, un de ces rhomboïdes primitifs à plans curvilignes, à la suite des cristaux qui appartiennent à ce rhomboïde.

DODÉCAÈDRES PYRAMIDAUX AIGUS.

TRENTE-QUATRIÈME MODIFICATION.

Dodécaèdre pyramidal aigu de 88°, 53′.

Pl. 21me

Ce dodécaèdre pyramidal a été cité par Mr. l'Abbé Haüy. C'est à lui qu'appartiennent les plans désignés par la lettre V, dans la variété à laquelle il a donné le nom de *Bigéminée*.

J'ai représenté, sous la fig. 342, le passage du rhomboïde primitif à ce dodécaèdre; on voit, par elle, qu'il est produit par un reculement des lames cristallines, le long des bords de sa base. On voit aussi, que ce dodécaèdre à l'état complet doit se cliver, au sommet, sur ses arêtes les plus obtuses.

Les plans qui appartiennent à cette modification, sont au nombre de celles les plus rares de la chaux carbonatée; je ne les ai jamais vus que faisant partie des quatre variétés suivantes.

Le dodécaèdre complet, fig. 343, est du Cumberland, mais il est très-rare. La variété, fig. 343 bis, est aussi du Cumberland: j'en possède un petit groupe très-parfait: il en existe aussi un fort joli groupe, dans la collection de Sir Abraham Hume.

La variété, fig. 344, est du Cumberland: j'en possède deux cristaux très-parfaits. J'ai vu des groupes qui contenoient ces cristaux mélangés avec d'autres en dodécaèdres complets, et qui étoient de même du Cumberland.

La variété, fig. 345, est du Derbyshire; c'est celle à laquelle Mr. l'Abbé Haüy a donné le nom de *Bigéminée*.

Je trouve, dans mes notes, que j'ai rencontré autrefois le dodécaèdre complet de cette modification, sur les bords du lac de la frey, près de Vizille en Dauphiné.

TRENTE-CINQUIÈME MODIFICATION.

Dodécaèdre pyramidal aigu de 78°, 40′.

Pl. 21me et 22me

Les plans de ce dodécaèdre pyramidal, plus aigu que celui de la modification précédente, ont aussi été reconnus par Mr. l'Abbé Haüy: ils appartiennent à ceux désignés par la lettre N, dans la variété, fig. 44, pl. XXVII, de sa minéralogie, à laquelle il a donné le nom *d'ascendante*. Ces plans sont beaucoup moins rares à rencontrer, dans la chaux carbonatée, que ceux de la modification précédente. Ils sont produits par un reculement analogue des lames criſtallines, et leur clivage a, en conséquence, lieu de même au sommet, sur les arêtes les plus obtuses.

Je n'ai pas encore rencontré ce dodécaèdre à l'état complet, tel que le représente la fig. 346.

Mais, dans la variété, fig. 347, dont je possède plusieurs cristaux, et qui est du Derbyshire, ses deux pyramides sont simplement séparées par les plans d'un prisme court, dû à la seconde modification.

Les variétés, fig. 347bis, 348 et 349, sont du Derbyshire: je possède des cristaux de la dernière de ces variétés.

La variété, fig. 350, est celle à laquelle Mr. l'Abbé Haüy a donné le nom *d'ascendante*. Il ne cite pas le lieu de son origine; je ne la connois que par sa description.

Je ne connois non plus celle, fig. 351, que par la description qu'en a donnée ce même savant, dans le premier volume des Annales du Museum de Paris, sous le nom de *sousquadruple*. Elle vient probablement du même endroit que la précédente.

La variété, 351bis, est du Derbyshire: j'en possède des cristaux. Elle est la combinaison des plans de 5 modifications.

TRENTE-SIXIÈME MODIFICATION.

Dodécaèdre pyramidal aigu de 48°, 22'.

Pl. 22me, 23me, 24me, 25me, 26me, 27me, 28me, 29me, 30me, et 31me.

Ce dodécaèdre pyramidal est celui que Mr. l'Abbé Haüy a décrit sous le nom de *métastatique*. Cette modification, soit à l'état de dodécaèdre complet, soit à l'état de combinaison de ses plans avec ceux de presque toutes les autres modifications, donne naissance aux cristaux les plus communs de la chaux carbonatée. Il est assez ordinaire de rencontrer ce dodécaèdre à l'état plus ou moins approchant du complet, partout où la chaux carbonatée cristallisée se montre avec un peu d'abondance, et c'est la raison pour laquelle il m'est arrivé fort souvent, dans le cours de cet ouvrage, de le désigner sous le nom de dodécaèdre pyramidal aigu commun. C'est aussi une des modifications dans lesquelles les cristaux prennent le volume le plus considérable : j'en ai vu, extraits des mines du Derbyshire, dont le poids surpassoit un quintal.

Le passage plus ou moins avancé du rhomboïde primitif à ce dodécaèdre, fig. *352* et *353*, est assez commun, et se montre dans nombre de cantons différents. Sous l'état d'accroissement sous lequel le représente la variété, fig. *353*, il constitue celle décrite sous le nom de *binaire*, par Mr. l'Abbé Haüy.

Le dodécaèdre complet, fig. *354*, est beaucoup plus commun encore: c'est, avec le rhomboïde de la 4ème modification ou lenticulaire, la variété qui, parmi les formes de la chaux carbonatée, est celle la plus commune.

Les deux variétés, fig. *355* et *356*, se sont montrées assez fréquemment, dans le Derbyshire. Dans la première, deux des faces opposées de chaque pyramide, et prises dans le même sens, pour chacune d'elles, sont plus larges que les quatre autres. Ces faces sont au contraire plus petites, dans la seconde.

La variété, fig. 358, est une macle, formée par la réunion, en sens contraire, de deux de la plus forte partie du dodécaèdre complet, telle qu'on l'obtiendroit en divisant celui, fig. 354, en deux, suivant une section qui passeroit par trois des angles saillants alternes de la base, ainsi que l'indiquent, sur cette figure, les lignes ponctuées. La fig. 357, présente la plus grande des deux parties dans lesquelles ce dodécaèdre seroit divisé.

Les variétés, fig. 359 et 360, sont assez communes, dans le Derbyshire. Elles le sont aussi, dans beaucoup d'autres cantons. Celle, fig. 360, a été décrite, par Mr. l'Abbé Haüy, sous le nom de *bisalterne.*

La variété, fig. 362, est une macle de celle, fig. 360, produite par la réunion, en sens contraire, de deux moitiés de cette variété, prises suivant une section qui passeroit par les lignes ponctuées qui sont tracées sur ce cristal. J'ai représenté sous la fig. 361, une de ces deux moitiés.

La variété, fig. 363, est une macle faite, avec deux de la plus forte partie de la variété, fig. 356, divisée de la même manière que pour produire la macle, fig. 358. Cette macle, qui ne présente presque que quatre faces, dans chacune de ses deux moitiés, offre deux aspects différents, suivant qu'on la regarde du côté où les deux aretes les plus obtuses sont en face l'une de l'autre, ou de celui dans lequel ce sont au contraire celles les moins obtuses. La fig. 363, représente cette macle sous le premier de ces deux aspects, et la fig. 364, la représente sous le second. Je possède plusieurs cristaux, très-complets et très-parfaits, de cette macle, ils ont leurs deux extrémités complettes, et il est impossible de distinguer aucun point quelconque qui ait pu leur servir d'attache : ces cristaux sont du Derbyshire.

La variété, fig. 365, est encore une macle, faite avec deux moitiés exactes de celle, fig. 359, prises suivant une section qui passeroit par la ligne ponctuée sur cette figure : cette jolie macle est du Derbyshire.

La variété, fig. 366, est extrêmement commune: elle a été decrite, par Mr. l'Abbé Haüy, sous le nom de *bisalterne prismée.* On la

rencontre presque partout où se montre la chaux carbonatée cristallisée.

Les variétés, fig. 367 et 368, sont fort rares : je possède des cristaux de chacune d'elles ; mais j'ignore leur localité.

Dans la variété, fig. 369, la pyramide se réunit au prisme, d'une manière curviligne et sans ligne sensible de séparation : je possède un cristal très-régulier de cette variété, dont j'ignore aussi la localité.

Les variétés suivantes, depuis celle, fig. 370, jusque et y compris celle, fig. 384, sont toutes du Derbyshire, où la plupart sont très-communes. Un grand nombre d'entre elles se trouvent aussi, soit dans le Cumberland, soit dans beaucoup d'autres endroits.

Celle, fig. 373, à été décrite, par Mr. l'Abbé Haüy, sous le nom *d'analogique prismée*. Celle, fig. 375, sous celui de *bibinaire*. Et celles, fig. 379 et 380, sous celui *d'analogique distante*. Les variétés, fig. 373, 378, 379 et 380, ne diffèrent entre elles que par la grandeur respective des plans du rhomboïde de la 4me modification, et du dodécaèdre de la 36me, mais comme cette différence, toute légère qu'elle est, suffit pour changer totalement l'aspect du cristal et le rendre, en quelque sorte, méconnoissable, j'ai cru devoir en donner les figures.

La variété, fig. 385, est de Hongrie : j'en possède plusieurs petits groupes, dans lesquels les cristaux de chaux carbonatée sont incrustés sur des cristaux de quartz.

Pour avoir une idée de la charmante macle représentée sous la fig. 388, et connue sous le nom de *chaux carbonatée en cœur*, il faut commencer par s'en former une du cristal, fig. 386, dont elle dérive. Ce cristal n'est autre que celui, fig. 379, dans lequel un des côtés du prisme, tel que celui désigné par a, est beaucoup plus étroit que les autres ; ce qui rend ceux adjacents, tels que b, très-larges ; et dans lequel, en outre, deux des plans dûs au dodécaèdre de la 36me modification, tels que c, et placés dans la même pyramide, ont pris aussi un accroissement considérable, et qui les rend disproportionnés aux autres, par la grandeur.

Si maintenant on conçoit ce cristal partagé en deux, suivant une section qui passeroit par la ligne ponctuée, on aura deux moitiés dissemblables, dont la fig. 387 représente celle dans laquelle existent les plans pyramidaux agrandis. Qu'on rapproche ensuite deux moitiés semblables à cette dernière, en mettant les faces analogues en contact, on aura exactement cette charmante macle, qui vient du Derbyshire, où elle a toujours été fort rare. Il en existe deux très-beaux groupes dans le cabinet de Mr. Gréville.

La variété, fig. 389, est intéressante, par sa régularité. Elle a 24 facettes trapézoïdales, et sembleroit, au premier aspect, avoir quelqu'-analogie avec le grenat à 24 facettes trapézoidales ou avec la leucite ; mais ces 24 facettes, au lieu d'être semblables entre elles, sont de trois dimensions différentes, d'après les trois différentes modifications auxquelles elles appartiennent. Mr. l'Abbé Haüy a décrit cette variété, sous le nom *d'analogique :* elle est du Derbyshire, ainsi que celle, fig. 390, qui est absolument la même, mais dans laquelle les plans du rhomboïde de la 4me modification ont pris une étendue plus considérable, ce qui les a changés, ainsi que ceux du prisme, en pentagones irréguliers.

Les deux jolies variétés, fig. 391 et 392, sont du Derbyshire.

Celle, fig. 393, est des Alpes d'auphinoises.

Toutes les variétés, depuis celle, fig. 394, jusqu'à celle, fig. 410, inclusivement, sont du Derbyshire. Elles proviennent, pour la plupart, des anciennes fouilles des mines de cette province. Elles ne s'y montroient plus depuis longtemps, ou du moins elles y étoient devenues très-rares ; mais elles viennent tout récemment de s'y faire voir de nouveau, et rien ne peut être plus élégant, dans ce genre, que quelques-uns des groupes, qui sont sortis dernièrement des nouveaux travaux qui les ont fournis. Celle, fig. 396, a été décrite, par Mr. l'Abbé Haüy, sous le nom de *binoternaire.* La jolie variété, fig. 397, en est la macle, produite par la réunion, en sens contraire, de deux de la plus grande partie du cristal, telle que pourroit la donner une section qui passeroit par la ligne ponctuée inférieure, dans la variété, fig. 396. Celle, fig. 398, est une autre macle de la

même variété, mais dûe à la réunion, en sens contraire, de deux de la plus petite partie du même cristal, en le supposant divisé en deux, par une section qui passeroit par la ligne ponctuée supérieure. J'ai aussi rencontré plusieurs de ces cristaux, et particulièrement ceux fig. 394, 395, 400, et 402, en Dauphiné, dans les carrières de la porte de France, de Grenoble, et dans celles de Gières, village peu distant de cette ville.

La variété, fig. 399, a été décrite par Mr. l'Abbé Haüy, et nommée par lui *doublante*, elle s'est aussi montrée en Derbyshire.

Les variétés, fig. 411 et 412, viennent du Derbyshire: je possède des cristaux de chacune d'elles.

J'ignore la localité de la variété, fig. 413, dont je possède un groupe, dans lequel les cristaux de chaux carbonatée sont entremêlés de cristaux de quartz, soit en dodécaèdres complets, soit avec un prisme très-court.

Les variétés, fig. 414, 415, 416, et 417, sont du Derbyshire, où elles ont été observées depuis peu. La variété, fig. 414, s'est aussi montrée, sans les plans du prisme de la seconde modification, et, dans quelques cristaux, les plans du dodécaèdre de cette 36me modification ont une telle étendue, que ceux du rhomboïde de la 11me sont presque linéaires. La variété, fig. 416, renferme les plans de sept modifications, dont 3 appartiennent aux rhomboïdes, 3 aux dodécaèdres, et une au prisme de la 2me modification: elle renferme 60 facettes.

La variété, fig. 417, se montre aussi avec les plans du rhomboïde primitif, ainsi qu'avec ceux du rhomboïde de la 4me modification.

Celles, fig. 418 et 419, sont aussi du Derbyshire: je possède des cristaux de ces deux modifications, ainsi que de celle, fig. 417.

Les variétés, fig. 420 et 421, sont de Stronthian en Ecosse.

Celles, depuis la fig. 422, jusqu'à la fig. 431, inclusivement, sont du Derbyshire, où elles ont été fort communes. Celle, fig. 427, a été décrite, par Mr. l'Abbé Haüy, sous le nom de *progressive:* elle a été trouvée, dit cet auteur par Mr. Fleuriau de Bellevue, dans le pays d'Aunis, près de la Rochelle. Celle, fig. 423, a été nommée,

par le même auteur, *émoussée :* elle en diffère cependant légèrement, en ce que, dans la variété qu'il décrit, les plans du prisme de la seconde modification se touchent, au lieu qu'ils sont séparés dans cette variété.

La variété, fig. 428, est une macle produite par la réunion, en sens contraire, de deux moitiés du cristal, fig. 423, telles qu'on pourroit les avoir, en faisant passer une section suivant la ligne ponctuée. Celle, fig. 426, est une macle de la variété, fig. 422, faite de même par la réunion de deux moitiés de ce cristal, divisé en deux par une section qui passeroit par la ligne ponctuée. Il en est de même aussi de la macle, fig. 429, eu égard à la variété, fig. 424.

Les variétés, fig. 432, 433, 434, 435, et 436, sont toutes de Couson, près de Lion, où elles étoient assez communes à l'époque où j'observai les cristaux de chaux carbonatée de ce Canton.

Toutes les variétés, depuis la fig. 437, jusqu'à celle, fig. 455, inclusivement, sont du Derbyshire. Plusieurs de ces cristaux sont très-composés. Celui de la variété, fig. 443, est la combinaison de 6 modifications, dont trois appartiennent aux rhomboïdes, 2 aux dodécaèdres, et un au prisme de la 2me modification : il renferme 48 facettes. Celui, fig. 444, est la combinaison de 7 modifications, dont trois appartiennent aux rhomboïdes, 3 aux dodécaèdres, et une au prisme de la 2de modification : il renferme 60 facettes. Celui de la variété, fig. 445, est la combinaison de 6 modifications dont 2 appartiennent aux rhomboïdes, 3 aux dodécaèdres, et une au prisme de la 2me modification : il renferme 54 facettes.

La variété, fig. 446, est une macle, dont il est très-facile de se faire une idée, ainsi que du cristal simple, surtout d'après celle représentée sous la fig. 426, qui est du même genre.

Celle, fig. 448, est une autre macle de la jolie variété, fig. 447, supposée divisée en deux, par une section qui passeroit par la ligne ponctuée. Ces deux dernières macles paroissent souvent avoir la forme d'un cœur, lorsqu'on les place surtout de manière à ce que la partie indiquée par la lettre a soit inférieure : cet effet est souvent rendu plus frappant, par suite de quelques irrégularités dans le cristal:

la macle, fig. 449, appartient à une de ces irrégularités. La variété, fig. 450, est une autre macle offrant aussi la forme d'un cœur, elle appartient à la variété, fig. 371, irrégulière dans les plans de cette 36me modification : je possède des cristaux de presque toutes ces variétés. Il existe, dans le cabinet de Mr. Gréville, un fort beau groupe de celle très-jolie, fig. 451, qui est extrêmement rare.

La variété, fig. 456, est des environs de Bath, où elle est placée dans une pierre calcaire oolite, et en même temps coquillière. J'en possède un fort beau groupe que je dois à l'amitié de Mr. Greenough : les cristaux en sont rendus très-intéressants, par l'étendue des plans du rhomboïde primitif, qui sont conservés ; ce qui est fort rare, dans la pierre calcaire coquillière.

Les variétés, fig. 457, 458, 459, et 460, sont du Derbyshire. Les deux premières aussi ont été assez communes à Couson près de Lion : je possède des cristaux de chacune d'elles. Celles, fig. 461, 462, 464, et 465, viennent toutes aussi de Couson.

Celles, fig. 466 et 467, sont du Derbyshire.

La variété, 468, est des Alpes Dauphinoises, où elle a été trouvée, dans la fouille du puit de Fond-Poulain près de Maronne, qui a produit les beaux cristaux de roche noirs, qui sont sortis de ce canton, et ornent aujourd'hui nombre de cabinets. Ces cristaux de chaux carbonatée, qui sont groupés avec ceux de cristal de roche, sont souvent très-grands, et ils sont communément d'un brun un peu jaunâtre. Cette variété s'y montre aussi, ainsi que celle, fig. 456, avec les plans du dodécaèdre pyramidal beaucoup plus étroits.

La variété, fig. 467, est du Derbyshire, ainsi que celle, 469bis, dont je possède des cristaux.

Celle, fig. 470, est du Hartz.

Celle, fig. 471, est de Bleyberg en Carinthie ; j'en possède plusieurs cristaux, sur la plupart desquels sont incrustés d'autres petits cristaux de plomb molybdaté.

J'ignore le lieu d'origine de la variété, fig. 472, dont je possède plusieurs cristaux très-parfaits.

Les variétés, fig. 473 et 474, sont du Derbyshire: il en existe un groupe, en cristaux très-parfaits, dans la collection de Sir Abraham Hume.

La variété, fig. 475, est aussi du Derbyshire: il existe un groupe, dans le cabinet de Sir Abraham Hume, sur lequel est placé un cristal de cette même forme, dont la longueur est de plus d'un pouce et demi.

La variété, fig. 476, est aussi du Derbyshire Ce cristal est un des plus composés de cette substance: il est le résultat de la combinaison de onze modifications, dont 5 appartiennent aux rhomboïdes, 1 au prisme de la 2me modifications, et 5 aux dodécaèdres: il renferme 96 facettes: j'en possède des cristaux.

J'ignore d'où vient la variété, fig. 477, dont je possède aussi des cristaux: ils sont placés sur une hématite martiale d'un jaune ocreux, et fragile.

Les variétés, fig. 478 et 479 sont du Derbyshire.

Celles, fig. 480 et 481, sont aussi du Derbyshire. La variété, fig. 481, est celle que j'ai dite, à la 28me modification, avoir été décrite, par Mr. l'Abbé Haüy, dans le premier volume des Annales du Muséum de Paris, sous le nom de *tridodécaèdre*.

TRENTE-SEPTIÈME MODIFICATION.

NON CITÉE.

Dodécaèdre pyramidal aigu de 40°, 14'.

Pl. 31me et 32me

Le dodécaèdre pyramidal dû à cette modification est, très-sensiblement plus aigu que celui de la modification précédente. Il paroit cependant avoir été jusqu'ici confondu avec lui, car, quoiqu'il n'ait pas encore été cité, il n'est pas rare, et cela particulièrement dans les

cabinets de France, où il en existe de très-beaux groupes, qui sont pour l'ordinaire accompagnés de cristaux de roche, et dans lesquels fort souvent les cristaux dûs à cette modification, sont d'une grandeur considérable. Dans plusieurs de ces groupes, qui ont jadis été extraits d'une fouille de cristaux de roche, faite près de Maronne, dans les Alpes Dauphinoises de Loisan, leur grandeur, ainsi que la perfection de leur forme sont encore rehaussées par une belle couleur d'un rouge rosé. Ce qui peut encore avoir empêché de fixer sur eux une attention particulière, c'est qu'ils sont fréquemment entremêlés, dans les mêmes groupes, avec des dodécaèdres, plus ou moins complets, de la modification précédente.

Les variétés, fig. 482 et 483, sont des Alpes Dauphinoises, où elles sont plus communes que la variété, fig. 484, qui s'y rencontre aussi.

Les variétés, fig. 485, 486, 487, et 488, sont aussi des Alpes Dauphinoises, où elles ont été beaucoup moins communes, et surtout les deux dernières, que celles précédentes: elles se sont aussi rencontrées dans le Derbyshire.

Je possède un fort beau groupe renfermant les variétés, fig. 482 et 483: elles y sont accompagnées de cristaux de roche très-diaphanes: ce groupe est de Maronne. Je possède aussi, du même endroit, des cristaux isolés appartenant aux variétés, fig. 485, 486, et 487. Je possède enfin aussi des cristaux appartenant à la variété, fig. 488 : ces derniers sont du Derbyshire.

Les variétés, fig. 489, 490, 491, 492, et 493, viennent du Derbyshire: je possède des cristaux des quatre premières. La jolie variété. fig. 492, est une macle de celle, fig. 491, produite par la réunion, en sens contraire, de deux moitiés, telles qu'on pourroit les obtenir en divisant ce cristal, suivant une section qui passeroit par la ligne ponctuée.

Le Derbyshire et les Alpes Dauphinoises de Loisan sont les seuls cantons qui jusqu'ici m'aient offert, soit ce dodécaèdre complet, soit la combinaison de ses plans avec ceux de quelques-unes des autres modifications.

TRENTE-HUITIÈME MODIFICATION.

NON CITÉE.

Dodécaèdre pyramidal de 37° 5′.

Pl. 32me

Il seroit beaucoup plus facile encore de confondre ce dodécaèdre avec celui de la modification précédente, dont il diffère fort peu, étant seulement légèrement plus aigu, qu'il ne l'étoit de confondre celui de la 37me modification avec celui de la 36me. Je ne l'ai point encore rencontré jusqu'ici à l'état complet, ainsi que le représente la fig. 494.

J'ignore la localité de la variété, fig. 495, dont je possède un cristal isolé, très-parfait et assez grand.

Je ne connois pas d'avantage celle de la variété, fig. 496, dont je possède aussi un cristal isolé, plus grand encore que le précédent, et qui ne laisse rien à désirer pour la perfection. Il a de particulier, de renfermer les plans de trois des modifications les plus rares de la chaux carbonatée.

Les jolies variétés, fig. 497, 498 et 499, sont de Hongrie: je possède aussi de chacune d'elles des cristaux très-parfaits.

Ce qui est digne de remarque, par sa rareté, c'est que de tous les cristaux que renferme cette modification, il n'en est pas un seul qui vienne d'Angleterre.

TRENTE-NEUVIÈME MODIFICATION.

Dodécaèdre pyramidal de 29°, 58′.

Pl. 33me

Le dodécaèdre pyramidal de cette modification est beaucoup plus aigu que celui des modifications précédentes. Il a été cité par Mr. l'Abbé Haüy, ses plans font partie de ceux de quatre des variétés qui ont été données par lui.

J'ai vu fort souvent le dodécaèdre complet de cette modification, tel que le représente la variété, fig. 500: les groupes qui le renfermoient étoient tous d'Allemagne; mais je n'ai jamais pu savoir déterminément leur localité: j'en possède un cristal.

La variété, fig. 501, a été décrite, par Mr. l'Abbé Haüy, sous le nom de *sexduodécimale.*

Celle, fig. 502, a de même été décrite par ce savant, sous le nom de *octodécimale*, et celle, fig. 503, sous celui de *zonaire*.

Ce même auteur a décrit, dans les Annales du Muséum de Paris, tome premier, une quatrième variété, sous le nom de *quintiforme*, qui est celle représentée, sous la variété, fig. 505. Je regrette beaucoup que ce savant n'ait cité la localité d'aucune de ces quatre variétés.

J'ignore d'où vient la variété, fig. 504, dont je possède un cristal assez grand et très-parfait.

Si l'on ajoute à ces variétés, celle, fig. 524, placée à la 41me modification, et celle, fig. 672, placée à la 56me, on aura toutes celles dans lesquelles les plans de cette 39me modification ont été observés jusqu'ici. Les cristaux qui en renferment les plans, sont en général très-rares, et, si l'on excepte la variété, fig. 672, placée à la 56me modification, et qui est du Cumberland, tous les autres cristaux que j'ai vus jusqu'ici paroissent venir de différents cantons de l'Allemagne.

QUARANTIÈME MODIFICATION.

NON CITÉE.

Dodécaèdre pyramidal aigu de 26°, 34'.

Pl. 33me et 34me

Le dodécaèdre de cette modification est un peu plus aigu que celui de la modification précédente. Les cristaux qui en renferment les plans, ne sont pas, à beaucoup près, aussi rares que ceux qui renferment les plans de la modification précédente.

Ce dodécaèdre se rencontre fréquemment à l'état complet, ainsi que le représente la variété, fig. 506. J'en possède plusieurs cristaux qui viennent d'Allemagne, de même que tous les groupes que j'e nai vus ; mais je n'ai pu jusqu'ici avoir de renseignements certains sur leur localité précise. La forme aigue des pyramides de ces dodécaèdres complets, les rends très-fragiles ; ce qui fait que bien souvent leurs extrémités sont cassées, dans les groupes qui les renferment.

Les variétés, fig. 507, 507bis, 508, 509 et 510, viennent toutes d'Allemagne, et, à juger d'après l'identité de la gangue, elles paroissent venir du même endroit : j'ai des cristaux parfaitement prononcés de chacune d'elles.

La variété, fig. 511, est du Derbyshire. Il existe, parmi les cristaux des autres modifications, plusieurs variétés qui renferment aussi les plans de ce dodécaèdre, et qui de même viennent toutes du Derbyshire.

La variété, fig. 511bis, est du Cumberland, où elle a été extrêmement rare : j'en possède plusieurs petits cristaux.

QUARANTE ET UNIÈME MODIFICATION.

NON CITÉE.

Dodécaèdre pyramidal aigu de 15° 53'.

Pl. 34me et 35me.

Le dodécaèdre pyramidal aigu, dû à cette modification, est le dernier et en même temps le plus aigu, de la série de ceux qui sont le produit d'un reculement le long des bords de la base du rhomboïde primitif, et conséquemment le dernier aussi de ceux qui se clivent, à leur sommet, sur leurs arêtes pyramidales les plus obtuses.

J'ai vu plusieurs fois ce dodécaèdre à l'état complet, tel que le représente la fig. 512, et j'en possède plusieurs cristaux ; mais, quoiqu'ils ne soient pas rares, ces cristaux sont difficiles à rencontrer sous cet état, à raison de l'extrême finesse de leur pointe ou extrémité, qui les rend encore plus fragiles que ceux qui appartiennent au dodécaèdre de la modification précédente. Il n'est pas rare d'observer, parmi les groupes de cette variété, des cristaux dans lesquels chacune des pyramides a deux de ses faces opposées, et placées dans le même sens pour chacune d'elles, plus larges que les autres, ainsi que le représente la fig. 513. Il n'est pas rare, non plus, d'en trouver dans lesquels quatre de ces mêmes faces, opposées deux à deux, sont dans le même cas, ainsi que le représente la fig. 514. Ces cristaux ont beaucoup de ressemblance alors avec certaines variétés de l'arragonite, mais ils en sont facilement distingués, par la facilité beaucoup plus grande avec laquelle ils se cassent, ainsi que par leur cassure lamelleuse, que ne présente jamais l'arragonite. J'ai des cristaux de toutes ces variétés ; mais j'ignore leur localité.

J'ignore aussi la localité des variétés, fig. 515, 516 et 520, dont j'ai vu plusieurs groupes, et de chacune desquelles je posssède aussi des cristaux. Les variétés, fig. 515 et 516, ont conservé, à leur sommet les plans du rhomboïde primitif.

La variété, fig. 517, est du Hartz. Il en existe, dans le cabinet de Sir Abraham Hume, un superbe groupe: j'en possède aussi un petit cristal.

Celles, fig. 518 et 519, viennent du Derbyshire: j'en possède des cristaux.

La variété, fig. 521, est de Stronthian en Ecosse. J'en possède un fort petit cristal, mais très-parfait, placé sur de la chaux carbonatée lamelleuse, parsemée en outre de petits cristaux de la variété de stilbite particulière à cet endroit.

La variété, fig. 522, est du Hartz: j'en possède deux cristaux assez grands et très-parfaits. Celle, fig. 523, est de même du Hartz.

Je crois aussi du Hartz la variété, fig. 524, dont je possède plusieurs cristaux isolés, et un petit groupe mélangé de plomb sulfuré.

La combinaison de trois des dodécaèdres les plus aigus de cette série, placé en échelon les uns au dessus des autres, rend cette dernière variété très-intéressante; mais, en même temps, ses faces deviennent facilement curvilignes. Les cristaux qui lui appartiennent sont en général très-alongés et fort minces. Cette variété est la combinaison de sept modifications différentes, dont trois donnent des dodécaèdres, deux, des rhomboïdes, et les deux autres, les deux prismes des 1ère et 2de modifications: elle renferme donc 60 facettes.

La variété, fig. 521, est de Suède: j'en possède de petits groupes, mélangés de cristaux de chaux fluatée, et de baryte sulfatée.

La très-jolie variété, fig. 525, vient du Cumberland. Je dois à l'amitié de Mr. Phillips le cadet, qui possède une collection extrêmement intéressante ayant principalement trait à la minéralogie de l'Angleterre, un cristal isolé, et de la plus grande perfection, appartenant à cette variété. Elle a beaucoup de rapport avec celle déja décrite et qui a été représentée, sous la fig. 301, à la 27me modification; mais elle en diffère considérablement, par l'inclinaison de ses faces: celles pyramidales de la variété, fig. 301, appartiennent aux 27me, 35me, et 36me modifications, au lieu que celles, pyramidales aussi, de cette variété, appartiennent aux 28me, 35me et 41me.

QUARANTE-DEUXIÈME MODIFICATION.

NON CITÉE.

Dodécaèdre pyramidal aigu de 67°, 55′.

Pl. 36me

Le dodécaèdre pyramidal aigu de cette modification, est le premier de la série de ceux qui, au lieu d'être, ainsi que les précédents, le résultat d'un reculement des lames de la cristallisation, le long des bords de la base du rhomboïde primitif, est le résultat d'un reculement de ces mêmes lames, aux angles aigus qui reposent sur la base. Aussi, dans ces dodécaèdres, le clivage, au lieu de se faire, au sommet, sur les arêtes les plus obtuses, se fait de même au sommet, mais sur les arêtes les moins obtuses.

Je n'ai encore observé le dodécaèdre de cette modification, soit complet, ainsi que le représente la fig. 527, soit ayant ses plans combinés avec quelques-uns de ceux des autres modifications, que parmi les cristaux de chaux carbonatée du Derbyshire; mais, en général, les cristaux qui en renferment les plans, sont au nombre des variétés rares de cette substance.

J'ai représenté, sous la fig. 526, le passage du rhomboïde primitif à ce dodécaèdre. Ce passage étant le même, à l'inclinaison près des plans, dans les modifications pyramidales suivantes, je me dispenserai de l'y placer de nouveau.

On voit, par les variétés, fig. 528 et 529, qui, ainsi que je viens de le dire, sont du Derbyshire, que, lorsque les plans de ce dodécaèdre se combinent avec ceux des plans de la 36me modification, ou dodécaèdre pyramidal aigu commun, ces plans se montrent comme s'ils étoient en remplacement des arêtes pyramidales les moins obtuses de ce dodécaèdre; mais l'angle qu'ils forment entre eux, à leur rencontre sur cette arête, est si obtus, ayant 171°, 54′

pour mesure, qu'il faut quelqu'attention, pour distinguer l'arête formée par leur réunion. Sans cette attention, on seroit fortement exposé à les considérer comme ne formant qu'un seul et même plan, placé sur les arêtes pyramidales les moins obtuses, et par conséquent, comme appartenant aux plans du rhomboïde de la 17me modification. Je possède des cristaux de la variété, fig. 527.

QUARANTE-TROIZIÈME MODIFICATION.

NON CITÉE.

Dodécaèdre pyramidal aigu de 62°, 36′.

Pl. 36me et 37me

Le Derbyshire et le Cumberland sont encore, jusqu'ici, les seuls endroits dont les cristaux m'aient offerts les plans de cette modification : le dodécaedre en est un peu plus aigu que celui de la modification précédente.

Ce dodécaèdre s'est rencontré assez fréquemment, dans le Derbyshire, à l'état complet, ainsi qu'il est représenté, sous la fig. 530: j'en possède des cristaux.

Les variétés, fig. 531, 532, 533, et 534, viennent aussi du Derbyshire : je possède des cristaux des deux dernières.

Celles, fig. 535, 536, 537, 538, et 539, viennent du Cumberland. Les cristaux de ces variétés ont souvent les côtés de leur prisme alternativement larges et étroits : il y en a même dans lesquels trois de ces côtés alternes ont complettement ou presque complettement disparu, ce qui rend le prisme trièdre ou approchant de cette forme: la fig. 537, représente un de ces cristaux. La variété, fig. 532bis, est de Stronthian en Ecosse : elle est extrêmement intéressante, tant par sa rareté, que par l'aspect qu'elle présente. Sa formation a eu lieu par addition de matière cristalline, sur les plans du rhomboïde primitif, déjà parvenu à une grandeur assez considérable. Les

plans des deux modifications dont cette variété est composée, laissent facilement appercevoir la superposition des molécules cristallines qui a eu lieu sur les plans du cristal primitif, ainsi que le reculement auquel elles ont été soumisses, et principalement celui qui a donné naissance aux plans de la quatrième modification. On apperçoit, au milieu de ces plans, et placée sur leur petite diagonale, une bande très-peu large, et transparente, située au milieu d'un autre plus large, transparente aussi, mais beaucoup moins, et dont la couleur est plus matte : le reste de ces plans est d'un jaune un peu brun et d'une foible demi-transparence, fig. 532ter. D'après la formation qui vient d'être donnée de cette variété, cet aspect est facile à expliquer. Le rhomboïde primitif, sur lequel s'est faite la superposition qui a donné naissance à ces cristaux, étoit transparent et incolore : et la bande très-étroite et transparente qui est placée sur la direction de la petite diagonale des plans du rhomboïde qui appartient à la quatrième modification, y occupe la place des arêtes du rhomboïde primitif, le long desquelles s'est fait le reculement des lames superposées, et sur lesquelles il ne s'en est en conséquence superposée aucune : la transparence a donc dû y être conservée. La couleur de la chaux carbonatée des nouvelles lames superposées étant d'un jaune brun pâle, et la superposition de ces lames étant d'autant plus considérable, et ayant d'autant plus dépaisseur, que leurs bords s'éloignent des arêtes du rhomboïde primitif, pour former les plans de celui de la 4me modification, la couleur, qui doit être presque nulle, dans la proximité des arêtes, doit devenir d'autant plus foncée, et en même temps la substance doit être d'autant moins transparente, que la partie qui fait l'objet de l'observation, est plus éloignée de la place occupée par les arêtes du rhomboïde primitif ; et c'est exactement ce que montrent ces cristaux. En les regardant attentivement, l'esprit ôte très-facilement, de dessus les plans du rhomboïde primitif, la masse des nouvelles molécules cristallines superposées, dont l'œil cerne avec aisance les contours, pour ne plus laisser que les plans de ce rhomboïde.

Ces cristaux offrent une autre particularité extrêmement intéressante, indiquée sur la même fig. 532ter. Les plans du rhomboïde

de la 4me modification ou lenticulaire, au lieu d'être striés parallèlement à leurs petites diagonales, qui tiennent la place des arêtes du rhomboïde primitif, ainsi que cela existe généralement, dans les plans de ce rhomboïde secondaire, sont striés dans un sens contraire; c'est-à-dire, parallèlement à leurs grandes diagonales. Ce fait très-intéressant sera expliqué, à la partie de cet ouvrage qui a trait à l'application du calcul à la cristallisation de la chaux carbonatée, lorsqu'il y sera question des détails qui concernent le rhomboïde de la 4me modification. Je possède un superbe groupe de ces cristaux.

Les belles variétés, fig. 540, 541, 542, 543, et 544, sont toutes du Derbyshire: je possède des cristaux très-parfaits de chacune d'elles. Ces variétés sont au nombre de celles les plus composées de la chaux carbonatée. Celle placée sous la fig. 540, est le produit de la combinaison de cinq modifications, dont une, donne un rhomboïde, trois, des dodécaèdres, et la cinquième, le prisme de la 2de modification: elle renferme 48 facettes.

Celle placée sous la fig. 541, est le produit de la combinaison de six modifications, dont deux, donnent des rhomboïdes, trois, des dodécaèdres, et la sixième, le prisme de la seconde modification: elle renferme 54 facettes.

Celle, fig. 475, est dûe à la combinaison des plans de dix modifications, dont quatre, donnent des rhomboïdes, cinq, des dodécaèdres, et la dixième, les plans du prisme de la seconde modification: elle renferme 90 facettes.

Celle, fig. 476, est dûe à la combinaison des plans de onze modifications, dont quatre, donnent des rhomboïdes, six, des dodécaèdres, et la onzième, les plans du prisme de la seconde modification: elle renferme 102 facettes.

Celle, fig. 477, enfin, est encore le résultat de la combinaison de onze modifications, dont cinq, donnent des rhomboïdes, cinq, des dodécaèdres, et la onzième, les plans du prisme de la seconde modification: elle renferme 96 facettes: 4 des rhomboïdes sont placés en échelons les uns au dessus des autres.

On peut observer, par plusieurs des cristaux de cette série, et principalement par celui de la variété, fig. 533, que, lorsque les plans du dodécaèdre de cette 48me modification, se combinent avec ceux de celui de la 36me, ils se montrent en remplacement de ses arêtes pyramidales les moins obtuses, ainsi que dans la modification précédente ; mais la rencontre de ces plans entre eux, sur ces arêtes, ayant lieu sous un angle moins obtus, qui est de 151°, 22′, ils sont ordinairement plus distincts : il arrive fort souvent cependant que leur réunion est curviligne.

QUARANTE-QUATRIÈME MODIFICATION.

NON CITÉE.

Dodécaèdre pyramidal aigu de 61°, 47′.

Pl. 37me et 38me

Le dodécaèdre pyramidal aigu de cette modification diffère bien peu, pour la mesure de l'angle saillant de son sommet, de celui de la modification précédente, puisque cette différence n'est que de 49 minutes ; mais il en existe une très-grande, dans l'inclinaison respective de ses plans. Dans le dodécaèdre de la modification précédente, les plans de ce dodécaèdre se rencontrent entre eux, sous trois angles ou arêtes de 158°. 22′, et sous trois autres de 96°, 40′ au lieu que dans celui de cette 44me modification, les mêmes plans se rencontrent entre eux, sous trois angles ou arêtes de 140°, 42′, et sous trois autres de 112°, 44′.

Cette différence très-considérable provient de ce que dans ces deux dodécaèdres, (par suite de la nature du reculement des lames cristallines,) l'inclinaison des arêtes pyramidales les plus obtuses, ainsi que celle des arêtes qui le sont le moins, sur l'axe du cristal, est très-différente. Dans le dodécaèdre de la modification précédente, les arêtes les plus obtuses rencontrent l'axe, sous un angle de 26°, 34′, et celles qui le sont le moins, sous un de 36°, 2′, tandis que dans

celui de cette modification, les arêtes les plus obtuses rencontrent le même axe, sous un angle de 28°, 53′, et celles qui le sont le moins, sous un de 32°, 54′.

Le dodécaèdre complet, fig. 545, est rare ; je l'ai cependant observé plusieurs fois, et cela, toujours parmi les cristaux de chaux carbonatée du Derbyshire.

Les variétés, fig. 546, 547, 548, et 549, sont aussi du Derbyshire: je possède des cristaux des variétés, fig. 546 et 549. Dans celle, fig. 547, la réunion des plans du rhomboïde de la 17me modification, avec ceux de celui de la 14me, a bien souvent lieu d'une manière curviligne.

La variété, fig. 540, est du Cumberland, où elle a été assez commune.

Celles, fig. 551 et 552, viennent du Derbyshire : je possède des cristaux de ces trois dernières variétés.

Les variétés, fig. 553, 554, et 555, appartiennent à la chaux carbonatée qui accompagne l'argent, dans les mines du Potosi : je possède plusieurs petits cristaux de chacune de ces variétés, dont deux sont placés à l'extrémité d'un petit filet d'argent natif capillaire. La variété, fig. 555, est produite par la combinaison des plans de huit modifications, dont quatre, donnent des rhomboïdes, trois, des dodécaèdres, et une, les plans du prisme dû à la seconde modification : elle renferme 66 facettes.

QUARANTE-CINQUIÈME MODIFICATION.

NON CITÉE.

Dodécaèdre pyramidal aigu de 56°, 30′.

Pl. 38me et 39me.

Quoique plus aigu que celui de la 36me modification, ce dodécaèdre seroit très-facilement pris pour lui, à raison de ce que, à extrêmement peu de chose près, l'inclinaison respective de ses plans entre eux est la même ; mais le clivage, qui a lieu sur ses arêtes les

moins obtuses, tandis qu'il a lieu sur celles les plus obtuses, dans la 36me modification, détruit très-promptement cette erreur. Le dodécaèdre de cette modification, à l'état complet, fig. *556*, est très-peu commun, et tous les cristaux que j'en ai vus jusqu'ici, venoient du Derbyshire : j'en possède plusieurs très-parfaits et isolés.

Les variétés, fig. *557*, *558*, *559*, *560*, *561*, *562*, *563*, et *564*, viennent toutes du Derbyshire, ou du moins presque toutes : quelques-uns sont aussi du Cumberland : elles sont en général assez communes. Les quatre dernières de ces variétés, font voir que, quand les plans de ce dodécaèdre, se combinent avec ceux de celui de la 36me modification, ils se montrent comme s'ils étoient en remplacement de ses arêtes pyramidales les moins obtuses. Très-fréquemment ces plans sont très-étroits, et souvent aussi leur réunion entre eux est curviligne. Je possède des cristaux d'un grand nombre de ces variétés.

Les variétés, fig. *565*, *566*, *567*, *568*, *569*, *570*, *571*, *572*, *573*, *574*, et *575*, sont toutes du Derbyshire : à l'exception des deux variétés, fig. *568* et *571*, je possède des cristaux de toutes les autres ; elles sont pour la plupart très-composées.

Celle, fig. *568*, est le produit de la combinaison des plans de six modifications, dont deux, donnent des rhomboïdes, trois, des dodécaèdres ; et la sixième, les plans du prisme de la seconde modification : elle renferme 54 facettes.

Celle, fig. *570*, est le produit de la combinaison des plans de huit modifications, dont trois, donnent des rhomboïdes, quatre, des dodécaèdres, et une, le prisme de la 2me modification : elle renferme 72 facettes.

Celle, fig. *571*, est le produit de la combinaison des plans de dix modifications, dont cinq, donnent des rhomboïdes, quatre, des dodécaèdres, et la dixième, les plans du prisme de la seconde modification : elle renferme 84 facettes.

Celle, fig. *573*, est la combinaison des plans de sept modifications, dont deux, appartiennent à des rhomboïdes, quatre, à des dodécaèdres, et une, au prisme de la 2me modification : elle renferme 66 facettes.

Et enfin, la variété, fig. 575, est le produit de la combinaison de huit modifications, dont deux, appartiennent à des rhomboïdes, cinq, à des dodécaèdres, et une, au prisme de la seconde modification : elle renferme 78 facettes. Cette variété, extrêmement jolie, est remarquable par les plans de trois dodécaèdres qui sont en forme d'escalier les uns audessus des autres : elle est très-sujette à avoir ses faces arrondies.

QUARANTE-SIXIÈME MODIFICATION.

NON CITÉE.

Dodécaèdre pyramidal aigu de 49°, 23′.

Pl. 39me et 40me

Ce dodécaèdre, quant à l'inclinaison respective de ses plans, se rapproche beaucoup de celui de la 43me modification ; puisque cette inclinaison, sur les arêtes les plus obtuses, est de 159°, 2′, et de 90°, 2′, sur celles qui le sont le moins ; et que dans le dodécaèdre de la 43me modification, la première de ces inclinaisons est de 158°, 22′, et la seconde, de 96°, 40′; mais il est beaucoup plus aigu, l'angle saillant du sommet de la 43me modification étant de 62°, 36′, tandis que celui du dodécaèdre de cette 46me est de 49°, 23′.

D'une autre côté, le dodécaèdre de la 36me modification approche beaucoup de ce dernier, par la mesure de l'angle saillant de son sommet; puisque cet angle est de 48°, 22′ ; mais l'inclinaison respective des faces en est très-différente, cette inclinaison étant de 144°, 20′, et de 104°, 28′ : d'ailleurs ce dodécaèdre se clive sur celles de ses arêtes qui sont les plus obtuses, tandis que celui de cette 46me modification se clive sur celles qui le sont le moins. C'est ainsi que des formes qui, au premier aspect et d'après un examen incomplet, paroissent être les mêmes, perdent bientôt cette ressemblance, et souvent s'éloignent même fortement l'une de l'autre, lorsque la méthode vient

les reconnoître, et, dirigeant l'observation, les fait considérer sous leurs véritables rapports.

Je n'ai encore observé les plans de cette modification que parmi les cristaux de chaux carbonatée, soit du Derbyshire, soit du Cumberland. Ce dodécaèdre, à l'état complet, fig. 576, est, de toutes les variétés de cette modification, celle qui est la plus rare: les autres sont assez communes.

Les variétés, fig. 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, et 585, sont du Cumberland: à l'exception des variétés, 581 et 584, je possède des cristaux de toutes les autres.

Les variétés, fig. 586, 587, 588, et 589, sont du Derbyshire: je possède des cristaux des variétés, fig. 586, 587, et 589.

QUARANTE-SEPTIÈME MODIFICATION.

NON CITÉE.

Dodécaèdre pyramidal aigu de 45°, 2′.

Pl. 40me et 41me

Cette modification semble encore être particulière, soit au Derbyshire, soit au Cumberland, et principalement à ce dernier canton: du moins, tous les cristaux qui en présentent les plans, et que j'ai pu observer jusqu'à ce moment, viennent-ils tous de l'une de ces deux provinces de l'Angleterre, où la plupart se sont montrés assez fréquemment. Le dodécaèdre complet, fig. 590, y est cependant rare.

Toutes les variétés, depuis la fig. 590, jusqu'à celle 605, ont été trouvées dans le Cumberland: je possède des cristaux de chacune d'elles.

La variété, fig. 591, est une des plus agréables de la chaux carbonatée; elle est aussi une de celles de cette modification qui se rencontrent le plus communément. Sa forme est très-élancée, et sa

pyramide paroit en quelque sorte triangulaire, à raison des angles très-obtus que forment les faces, à leur rencontre, sur trois des arêtes pyramidales alternes.

Les cristaux de cette variété sont ordinairement très-transparents; ils sont même ceux de la chaux carbonatée que j'ai vus jouir le plus constamment de cette qualité, au dégré le plus éminent.

La variété, fig. 602[bis], est du Derbyshire: j'en possède des cristaux.

Dans la variété, fig. 604, les plans qui appartiennent au prisme de la première modification, sont habituellement chargés de stries, dont la direction rappelle celle des bords de la base du rhomboïde primitif. Cette variété est le produit de la combinaison de six modifications, dont deux, appartiennent à des rhomboïdes, deux, à des dodécaèdres, et deux, aux prismes de la première et de la seconde modifications: elle renferme donc 48 facettes.

QUARANTE-HUITIÈME MODIFICATION.

NON CITÉE.

Dodécaèdre pyramidal aigu de 44°, 30′.

Pl. 42[me]

Le dodécaèdre produit par cette modification, est de bien peu de chose plus aigu que celui de la modification précédente; puisque la différence, à cet égard, n'est que de 32 minutes; mais il en existe une essentielle, dans les angles formés par les incidences respectives de leurs plans. Dans la modification précédente, les plans du dodécaèdre pyramidal se rencontrent entre eux, sous trois arêtes de 163°, 50′, et sous trois autres de 84°; dans celui de cette 48[me] modification, ces mêmes plans se rencontrent entre eux sous trois arêtes de 150°, 8′, et sous trois autres de 97°, 12′.

Tous les cristaux, sur lesquels j'ai apperçu jusqu'ici les plans de cette modification, ont toujours été, soit du Cumberland, soit du Derbyshire, et ils y sont en général assez rares.

Je n'en ai jamais rencontré le dodécaèdre, à l'état complet, tel que le représente la fig. 606.

Mais je possède des cristaux très-parfaits des variétés, fig. 607, 608, 609 et 610. Il s'en faut de beaucoup qu'aucun de ces cristaux m'ait montré la transparence parfaite si ordinaire à ceux de la modification précédente.

QUARANTE-HUITIÈME MODIFICATION. bis

Dodécaèdre pyramidal aigu de 41°, 31′.

Pl. 47me

Ne connoissant cette modification, dont je n'ai encore apperçu les plans sur aucun cristal, que par la description que Mr. l'Abbé Haüy a donnée, dans sa minéralogie, de trois des variétés de chaux carbonatée cristallisée qui en renferment les plans, elle m'étoit échappée, et je me suis apperçu trop tard de cet oubli, pour que ces cristaux aient pû être placés à leur véritable place.

Les cristaux suivants, sont ceux, cités dans la minéralogie de ce savant, et qui en renferment les plans.

La variété, fig. 674, est celle nommée par lui *paradoxale*, et celle, fig. 675, appartient à celle à laquelle il a donné le nom de *délotique*. Il les dit venir toutes deux d'une carrière de craie située à l'extrémité des Faubourgs de St. Julien du Sault, en France, et trouvées, la première, par Mr. Tonnelier, et la seconde, par Mr. Champeaux.

Celle, fig. 676, est celle à laquelle il a donné le nom de *complexe*: il la dit venir de Couson près de Lyon.

Le dodécaèdre pyramidal de cette modification offre une particularité, qui mérite d'être remarquée. Le plus grand des deux angles, dans lesquels l'axe vertical divise l'angle saillant du sommet de ce dodécaèdre, est parfaitement égal au plus petit des deux dans lesquels le même axe vertical divise l'angle saillant du sommet du rhomboïde muriatique, 17me modification, ou équiaxe de Mr. l'Abbé Haüy.

QUARANTE-NEUVIÈME MODIFICATION.

NON CITÉE.

Dodécaèdre pyramidal aigu de 39°, 9'.

Pl. 42me et 43me

Le dodécaèdre de cette modification à l'état complet, fig. 611, est de Hongrie : j'en possède un cristal très-parfait, placé sur un petit groupe de blende et de pyrite martiale, mélangée de cristaux de quartz.

Les variétés, fig. 612 et 613, sont du Derbyshire : il existe un groupe de chacune d'elles, dans la collection de Sir Abraham Hume.

Les variétés, fig. 614, 615, 616, 617, et 618, sont aussi du Derbyshire : je possède des cristaux de chacune d'elles.

Je possède aussi des cristaux des variétés, fig. 619, 620, et 621 ; qui sont encore du Derbyshire. Dans tous les groupes de ces derniers cristaux, que j'ai été à portée de voir, leur substance étoit colorée en brun plus ou moins foncé, tandis que ceux appartenant aux variétés précédentes, étoient incolores. La variété, fig. 621, est le produit de la combinaison des plans de sept modifications, dont une, donne un rhomboïde, cinq, des dodécaèdres, et une, le prisme de la seconde modification : cette variété renferme 72 facettes.

La variété, fig. 622, est du Derbyshire : elle est aussi le résultat de la combinaison des plans de sept modifications, dont deux, appar-

tiennent à des rhomboïdes, quatre, à des dodécaèdres, et, une, au prisme de la 2me modification : elle renferme 66 facettes. J'en possède des cristaux. Celle, fig. 622bis, est du Derbyshire. Elle est la combinaison des plans de neuf modifications, dont deux, appartiennent aux rhomboïdes, six, aux dodécaèdres pyramidaux, et une, au prisme de la seconde modification. Elle renferme 90 facettes : j'en possède aussi des cristaux.

La jolie variété, fig. 623, est aussi du Derbyshire : j'en possède aussi des cristaux.

Les variétés, fig. 624, 625, 626, et 627, viennent du Dévonshire, où ils ont pour gangue un oxide rouge de fer, ou sanguine : je possède des cristaux de chacune d'elles.

CINQUANTIÈME MODIFICATION.

Dodécaèdre pyramidal aigu de 25°, 25'.

Pl. 43me et 44me

J'ignore si cette modification ne seroit pas celle à laquelle appartiennent les plans pyramidaux de la variété, fig. 32. pl. XXVI. de Mr. l'Abbé Haüy, et nommée par lui *acutangle ;* elle en diffère sensiblement cependant, quoique de fort peu, par la mesure de ses angles. Je rapporterai plus bas les raisons sur lesquelles sont appuyés mes doutes, à cet égard.

Cette modification s'est montrée jusqu'ici plus particulièrement au Hartz qu'ailleurs ; cependant j'en ai aussi observé les plans, parmi les cristaux de chaux carbonatée du Derbyshire, ainsi que parmi ceux de plusieurs autres endroits ; car les cristaux qui les renferment ne sont pas rares : ils accompagnent assez fréquemment la chaux carbonatée en stalactite.

Je n'ai cependant pas encore rencontré le dodécaèdre à l'état complet, ainsi que le représente la fig. 628.

Mais j'ai fréquemment observé la variété, fig. 629, en petits cristaux, accompagnant quelques-unes des stalactites du Derbyshire; elle ne diffère du dodécaèdre complet, que par les plans du prisme de la 2me modification, qui sont combinés avec les siens.

Les variétés, fig. 630 et 631, sont du Hartz. Celle, fig. 631, est le cristal qui, je crois, a été décrit par Mr. l'Abbé Haüy, dans sa minéralogie, sous le nom *d'acutangle*: il en diffère cependant en quelque chose, par la mesure de ses angles. Mr. l'Abbé Haüy dit que les faces pyramidales se rencontrent entre elles, sur les arêtes les plus obtuses, sous un angle de 121°, 11', 16"; et dans ce cristal, ainsi que dans tous ceux qui renferment les plans de cette modification, que j'ai observés, et j'en ai observé beaucoup, cet angle s'est montré constamment être de 124°. Comme je n'ai jamais rencontré de cristaux, dans lesquels les plans analogues, présentassent la mesure de 121°, 11', et que cette variété acutangle est la seule que Mr. l'Abbé Haüy cite, d'après un groupe qu'il dit lui avoir été donné par mon savant ami le Marquis de Drée, j'ai pensé qu'il pouvoit facilement se faire que quelques irrégularités, dans les plans des cristaux de ce groupe, eussent occasionné une légère erreur, dans la mesure de cette inclinaison, et j'ai en conséquence placé la variété acutangle de ce savant, qui a un rapport frappant avec celle, fig. 631, au nombre de celles de cette modification: cependant, je connois trop bien tout le poids d'autorité qu'entraine avec elle une observation faite par Mr. l'Abbé Haüy, pour assurer positivement que je ne suis pas moi-même dans l'erreur; ce qui seroit d'autant plus possible, que les mesures données par lui, pour cette variété, appartiennent à une modification qui peut exister: c'est à Mr. l'Abbé Haüy à prononcer lui-même sur sa validité. Si le cristal, cité par lui, a ses faces parfaitement planes, et qu'elles se rencontrent, sur les arêtes les plus obtuses, exactement sous l'angle de 121°, 11', ce sera une nouvelle modification à ajouter encore à la longue série de celles données dans cet ouvrage. Je

regrette beaucoup que ce savant n'ait pas donné la localité de cette variété.

Celles, fig. 633, 634, et 635, sont aussi du Hartz: j'en possède des cristaux.

J'ignore la localité de la variété, fig. 636, dont je possède aussi des cristaux: elle est extrêmement agréable dans sa forme.

Celles très-jolies aussi, fig. 637 et 639, viennent du Derbyshire. Il existe un petit groupe de la première, dans le cabinet de Mr. Gréville. Je possède des cristaux très-parfaits de la seconde.

Les deux variétés, fig. 638 et 640, sont, je crois, du Cumberland: je possède des cristaux de chacune d'elles. Celle, fig. 638, est la combinaison des plans de 6 modifications, dont une, appartient aux rhomboïdes, trois, aux dodécaèdres, et deux, aux prismes de la première et de la seconde modifications: elle renferme 54 facettes.

La variété, fig. 641, est du Derbyshire: j'en possède des cristaux.

Celles, fig. 642 et 643, sont de l'île de Ferroë. Je les ai fréquemment observées sur des morceaux de mésotype fibreuse: les cristaux en sont souvent si petits, qu'ils ne peuvent que très-difficilement être reconnus à la vue simple; ils sont alors adhérents aux petites fibres de la mésotype, qui fréquemment les traversent. Quelque fois ces cristaux sont en un nombre immense, disséminés parmi les fibres de cette zéolite, et n'y paroissent que comme de petits grains de poussière, qui seroient adhérents à ces fibres: lorsqu'ils sont plus gros, leur forme les fait assez ressembler à un grain d'orge. J'ai été assez heureux pour en rencontrer plusieurs ayant environ deux lignes de longueur. La variété, fig. 643, s'est dernièrement trouvée aussi dans les environs de Bristol, dans le même endroit où se montre le stronthian sulfaté. Ces derniers cristaux sont aussi très-petits; mais beaucoup moins cependant que ceux qui accompagnent la zéolite mésotype de Ferroë.

La variété, fig. 644, est du Derbyshire: j'en possède un cristal.

CINQUANTE ET UNIÈME MODIFICATION.

NON CITÉE.

Dodécaèdre pyramidal très-aigu de 14°, 30′.

Pl. 45me.

Le dodécaèdre pyramidal dû à cette modification est, après celui de la 54me, dont il sera question ci-après, le plus aigu de la longue série des dodécaèdres de la chaux carbonatée. Des six arêtes dont chacune de ses pyramides est formée, trois sont si obtuses, les plans qui les forment se réunissant entre eux sous un angle de 171°, 14′, qu'il faut beaucoup d'attention pour reconnoître qu'en effet ces deux faces ne sont pas dans un même plan. Les cristaux sur lesquels se rencontrent les plans de cette 51me modification, sont au nombre de ceux rares de la chaux carbonatée. Je n'en ai jamais apperçu le dodécaèdre à l'état parfait, tel que le représente la fig. 645 : s'il existoit sur quelques morceaux, sa forme très-aigue le rendroit d'une conservation très-difficile.

Les variétés, fig. 646, 647, et 648, sont du Derbyshire. Elles sont toutes les trois très-composées. Celle, fig. 647, est le produit de la combinaison de fix modifications, dont trois appartiennent aux rhomboïdes, deux, aux dodécaèdres et une, au prisme de la seconde modification : elle renferme 54 facettes.

Celle, fig. 647, est le produit de la combinaison des plans de sept modifications, dont quatre donnent des rhomboïdes, deux, des dodécaèdres, et une, les plans de la seconde modification : elle renferme 54 facettes. Celle, fig. 648, est le produit de la combinaison des plans de onze modifications, dont trois, donnent des rhomboïdes, sept, des dodécaèdres et une, le prisme de la seconde modification : elle renferme 108 facettes. Cette dernière variété a la particularité remarquable, de renfermer cinq des modifications pyramidales les plus aigues.

CINQUANTE-DEUXIÈME MODIFICATION.

NON CITÉE.

Dodécaèdre pyramidal aigu de 18°, 26′.

Pl. 45me

Le dodécaèdre pyramidal aigu de cette modification, ainsi que ceux qui appartiennent aux deux modifications suivantes, quoique étant, de même que ceux des modifications précédentes, le résultat d'un reculement intermédiaire des lames de la cristallisation, aux angles aigus des plans du rhomboïde primitif, qui reposent sur la base, diffèrent de ces derniers, en ce que le clivage, au lieu de se faire sur leurs arêtes les moins obtuses, ainsi que cela a lieu à leur égard, se fait sur leurs arêtes les plus obtuses.

Je n'ai point encore rencontré ce dodécaèdre à l'état complet, ainsi que le représente la fig. 649.

J'ignore la localité des variétés, fig. 650 et 652, dont je possède plusieurs cristaux assez grands. Ils renferment tous, dans leur intérieur, des pyrites martiales capillaires, formant de petites étoiles à six rayons.

La variété, fig. 651, est du Derbyshire: j'en possède aussi des cristaux.

Les variétés, 653, 654, 655, et 656, sont du Derbyshire: je possède des cristaux de chacune d'elles, dont plusieurs sont fort grands. Ces variétés sont très-singulières, à raison de l'espèce de cercle de petites facettes, dont est entourée la base des pyramides du dodécaèdre commun: les plans des modifications qui forment ce cercle, sont bien souvent irréguliers.

La variété, fig. 657, est encore du Derbyshire: j'en possède un grand cristal. Elle est le produit de la combinaison des plans de sept modification, dont deux, appartiennent aux rhomboïdes, quatre,

aux dodécaèdres, et, une, au prisme de la seconde modification: elle renferme 66 facettes.

La variété, fig. 657, est aussi du Derbyshire: j'en possède un assez grand cristal. Elle est la combinaison de sept modifications, dont six appartiennent à des dodécaèdres, et la septième, au prisme de la seconde modification: elle renferme 84 facettes.

La variété, fig. 659, enfin, est encore du Derbyshire: j'en possède deux assez grands cristaux. Elle est le produit de la combinaison des plans de neuf modifications, dont trois, appartiennent aux rhomboïdes, quatre, aux dodécaèdres, et deux, aux prismes de la première et de la seconde modification: elle renferme 78 facettes.

CINQUANTE-TROISIÈME MODIFICATION.

NON CITÉE.

Dodécaèdre pyramidal aigu de 16°, 35'.

Pl. 46me

Je n'ai point encore rencontré jusqu'ici le dodécaèdre complet, fig. 660, de cette modification; mais il est si aigu qu'il doit être d'une conservation bien difficile: les plans de ce dodécaèdre sont, bien certainement, les plus rares de ceux qui appartiennent à la chaux carbonatée.

Les deux variétés, fig. 661 et 662, sont les seules sur lesquelles j'en aie rencontré jusqu'ici les plans. Elles sont toutes les deux de Saxe, où elles accompagnent quelquefois l'argent rouge: j'en possède plusieurs cristaux d'une grandeur assez considérable. Cette modification est du très-petit nombre de celles dont les plans ne se montrent sur aucuns des cristaux de chaux carbonatée d'Angleterre.

CINQUANTE-QUATRIÈME MODIFICATION.

NON CITÉE.

Dodécaèdre pyramidal tres aigu de 14°, 4′.

Pl. 46me

Le dodécaèdre de cette modification est le plus aigu de tous ceux que j'ai observés dans la chaux carbonatée. Il ne diffère que de 26 minutes de celui de la 51me modification, quant à la mesure de l'angle saillant de son sommet, pris sur deux de ses arêtes opposées; mais, outre que la différence entre l'inclinaison respective des faces est très-considérable, puisque celles du dodécaèdre pyramidal aigu de la 51me modification se rencontrent entre elles sous trois arêtes de 171°, 14′, et sous trois autres de 67°, 36′, tandis que celles du dodécaèdre de cette modification, se rencontrent sous trois arêtes de 167 , 21′, et sous trois autres de 74°, 32′, le premier se clive sur ses arêtes les moins obtuses, tandis que celui de cette modification se clive sur celles qui le sont le plus.

Je n'ai encore rencontré les plans de cette modification, que sur deux variétés. L'une, appartient au dodécaèdre complet, fig. 663. Et l'autre, dans laquelle les plans de ce dodécaèdre sont combinés avec ceux du rhomboïde de la 13me modification, est placée sous la fig. 91, parmi les variétés de ce rhomboïde. Cette variété, la fig. 663, offre la combinaison intéressante, des plans du dodécaèdre pyramidal le plus aigu, avec ceux du rhomboïde aussi le plus aigu. Elle vient ainsi que celle, fig. 91, du Westmoreland, province de l'Angleterre, et fait partie du même groupe, déjà cité à la 23me modification, et que j'ai dit être en la possession de Mr. Allen Membre de la Société Royale de Londres, et Professeur de Phisique de l'Institut de cette ville, qui a eu la grande complaisance de me permettre d'en détacher les seuls cristaux que j'en possède.

CINQUANTE-CINQUIÈME MODIFICATION.

NON CITÉE.

Dodécaèdre pyramidal aigu de 34°, 12'.

Pl. 46me.

Cette modification nous offre un troisième exemple à ajouter aux deux déja cités, sous celles 25me et 31me précédentes, de l'existence du dodécaèdre pyramidale, à plans triangulaires isocels, parmi les variétés de formes de la chaux carbonatée. Quoiqu'il soit très-aigu, il l'est beaucoup moins cependant, qu'aucun de ceux des dernières modifications qui ont précédé.

Je dois la connoissance de cette très-intéressante modification à Mr. Thomas Allan d'Edimbourg, de qui je tiens le morceau rare qui renferme les trois premières variétés, des quatre qui composent la série des ses cristaux que j'ai cités. Ce morceau, et un second que j'ai pu trouver à acquérir depuis, sont les seuls dont je connoisse l'existence. Ils viennent du Derbyshire, où ils ont été trouvés, dans une nouvelle exploitation, faite sur les travaux d'une ancienne mine.

Le morceau que je dois à l'honnêteté de Mr. Allan, renferme un cristal fort grand, qui est accompagné, à sa base, de plusieurs autres beaucoup plus petits. Le grand cristal montre, dans toute son étendue, une de ses pyramides, et seulement la moitié de l'autre. Cette pyramide a son sommet intercepté par les plans du rhomboïde obtus de la quatrième modification, ainsi que le représente la fig. 667, et les angles saillants, formés par la réunion des deux bases, sont remplacés par de légères traces des plans du prisme de la seconde modification. La pyramide, qui est vue dans son entier, a un peu plus d'un pouce et demi de longueur, et le diamètre du cristal, à la réunion des deux bases, a à peu près la même mesure. Ce cristal

est coloré fortement en brun, à sa surface; mais sa cassure fait voir que cette couleur n'est qu'extérieure. Celle de ses parties qui est appuyée sur la base, sur laquelle il est couché, est entourée de cristaux beaucoup plus petits, qui présentent le même dodécaèdre; mais dont le sommet est intercepté par les plans du rhomboïde primitif, au lieu de l'être, ainsi que dans le grand, par ceux du rhomboïde de la 4me modification. Quelques-uns renferment en outre les ébauches du prisme de la seconde modification; mais d'autres en sont privés, ainsi que le représentent les fig. 665 et 666. Leur surface ne partage pas la colorisation en brun du grand cristal, et l'on ne peut douter qu'il n'y ait eu deux époques différentes, qui aient présidées à la formation de ce grand cristal, et à celle de ceux plus petits placés à sa base. Parmi les différents groupes de cristaux plusieurs présentent bien souvent des exemples du même genre: lorsqu'il se trouvent sur eux, des modifications essentiellement différentes, il est assez général que les cristaux auxquels appartienent chacune d'elles, soient placés sur des niveaux différents.

La variété, fig. 668, appartient au second groupe que j'ai dit avoir pu me procurer. Cette variété n'est autre chose que celle, fig. 667, dans laquelle deux des plans, opposés dans chaque pyramide, et situés dans le même sens, pour chacune d'elles, ont pris plus de largeur que les autres; mais j'ai voulu faire connoître tout ce que nous possédons, dans cette intéressante modification.

MODIFICATION PRISMATIQUE DODÉCAÈDRE.

CINQUANTE-SIXIÈME MODIFICATION.

NON CITÉE.

Prisme dodécaèdre, fait aux angles saillants de la base.

Pl. 47me.

Je ne connois cette modification que depuis fort peu de temps, et c'est encore à l'honnêteté de Mr. Allan d'Edinbourg, que je dois d'en posséder plusieurs petits cristaux. Je l'accompagnois, lorsqu'il fit l'acquisition du morceau qui la renfermoit, et, sur l'observation que je fis, qu'il présentoit une modification nouvelle et très-particulière de la chaux carbonatée, il me pria très-honnêtement de vouloir bien l'accepter; mais ce morceau étant de nature à ce qu'on pût en détacher plusieurs petits cristaux, sans qu'il fût par là altéré en rien, je le priai de permettre que je m'en contenta. Ce groupe, qui est du Cumberland, renferme un cristal d'un volume très-considérable, et sur lequel on observe très-facilement les plans de cette 56me modification.

Ces plans sont dûs à un reculement des lames cristallines, aux angles obtus de la base du rhomboïde, de manière à remplacer chacun de ces angles, par deux plans, qui se rencontrent entre eux sous un angle de 142°, 2'. Cette modification fait donc monter à trois, le nombre des prismes de la chaux carbonatée.

J'ai représenté, sous la fig. 669, le passage du rhomboïde primitif à ce prisme dodécaèdre.

Celles, fig. 669bis, 670, 671, 672 et 673, viennent toutes du Cumberland: je possède des cristaux de chacune d'elles. Dans les

trois premières, le prisme dodécaèdre de cette 56me modification est combiné avec celui hexaèdre de la seconde ; ce qui donne au cristal un prisme à dix-huit côtés. Dans la dernière, celui de la première modification venant en outre se joindre à la combinaison, le prisme est composé de vingt quatre côtés.

La variété, fig. 672, est la combinaison des plans de six modifications, dont quatre, appartiennent aux dodécaèdres, une, au prisme de la seconde modification, et une, à celui de cette 56me : elle renferme 66 facettes.

Celle, fig. 673, renferme de plus les plans du prisme de la première modification : elle est donc la combinaison de sept d'entre elles, et renferme 72 facettes.

Il pourroit très-bien se faire que les plans, dûs à cette 56me modification, ne fussent pas aussi rares qu'ils le paroissent. Parmi les cristaux, dans lesquels les plans des deux prismes, de la première et de la seconde modifications, sont combinés entre eux, je me rappelle avoir vu souvent des variétés, dans lesquelles ces plans étoient arrondis. Comme l'angle, formé par la rencontre des plans du prisme de cette 56me modification, avec ceux du prisme de la seconde, est très-obtus, pour peu qu'il y ait d'irrégularité dans l'acte de cristallisation qui a présidé à leur formation, ces bords doivent cesser d'être sensibles, et la réunion des plans doit être curviligne. Il ne seroit donc nullement étonnant, que les plans du prisme de cette 56me modification, existassent parmi les variétés curvilignes dont je viens de parler.

SUPLÉMENT.

Ce n'est que depuis très-peu de temps que je connois la variété, fig. 677, pl. 47. donnée, par Mr. l'Abbé Haüy, dans le No. 106 du Journal des Mines, sous le nom de *numérique*. La grande irrégularité, ainsi que l'extrême difficulté avec laquelle les ouvrages françois parviennent à Londres, en est la cause. Il seroit même possible que ce savant l'eût fait suivre de quelques autres variétés qui, par la même raison, me seroient parfaitement inconnues aussi. D'après les angles déterminés par lui, sur ce cristal, si les plans qui appartiennent au dodécaèdre, prenoient assez d'accroissement pour amener ce dodécaèdre à l'état complet, la mesure des angles, sous lesquels se rencontreroient ses arêtes, seroit de 142°, 24', pour les plus obtuses, et de 115°, 2', pour celles qui le sont le moins. Il existe, à la quarante quatrième modification, un dodécaèdre pyramidal aigu, dans lequel les angles, pris sur les mêmes arêtes, approchent beaucoup de ceux là, et dont l'angle saillant du sommet, pris sur deux de ses arrêtes opposées, est aussi très-voisin de celui qui appartiendroit à ce dodécaèdre complet. Si la légère différence de 1°, 52', pour les arêtes les plus obtuses, et 2°, 18', pour celles qui le sont le moins, qui existe entre ces deux dodécaèdres, n'appartient à aucune erreur, ce cristal nous mettroit dans le cas d'ajouter une 58me modification, aux 57 que j'ai données, en y comprenant celle 48me.

C'est le second dodécaèdre qui ait été cité par Mr. l'Abbé Haüy, dans la série de ceux aigus, qui se clivent, au sommet, sur leurs arêtes les moins obtuses. Ce célèbre cristallographe observe que ce cristal lui a offert un second exemple, de l'apparence illusoire d'un dodécaèdre ayant pour noyau de sa formation, un rhomboïde différent de celui primitif, et qui en effet pourroit résulter également d'une loi déterminée de reculement, éprouvée par ce même rhomboïde, auquel il donne le nom de *noyau hypothétique*. La série des dodécaèdres aigus qui se clivent sur leurs arêtes les moins obtuses, présente un grand

nombre de ces aspects, dans lesquels le noyau apparent de la cristallisation seroit un rhomboïde différent de celui primitif. Dans la 43me modification, par exemple, le rhomboïde de la huitième, paroit être le noyau de la variété, fig. 532; et celui de la quatrième, équiaxe de Mr. l'Abbé Haüy, paroit être le noyau de la variété, fig. 532bis. Dans la 44me modification, le rhomboïde de la quatorzième, paroit être le noyau des variétés, fig. 546, 547, 548, 549, 551, 552 et 554; et celui de la quatrième ou équiaxe, le noyau de la variété, fig. 550. Dans la 45me modification, le rhomboïde de la quatorzième, semble de même être le noyau de la variété, fig. 559; et celui de la 17me, ou inverse de Mr. l'Abbé Haüy, le noyau de la variété, fig. 572. Dans la 47me modification, le rhomboïde de la quatrième, paroit être le noyau de la variété, fig. 594; et celui de la 19me modification, le noyau des variétés, fig. 602 et 602bis. Dans la 49me le rhomboïde de la 17me ou inverse, paroit être le noyau de la variété, fig. 617. Dans la 50me modification enfin, ce même rhomboïde de la 17me modification, paroit être le noyau de la variété, fig. 642.

Mr. l'Abbé Haüy dit que le cristal de cette variété, fig. 677, a été trouvé au-dessous des platrières de St. Maurice, à quatre lieues de Clermont en Auvergne.

Ce savant minéralogiste dit, dans le même ouvrage, avoir donné précédemment la description d'une autre variété, sous le nom de *trihexaèdre*, qui renfermeroit encore les plans d'une nouvelle modification. Elle est, dit-il, en prisme hexaèdre, terminé par une pyramide hexaèdre droite, dont trois des plans alternes appartiennent à ceux du rhomboïde primitif, et les trois autres, à ceux d'un rhomboïde, produit par un remplacement des angles solides de la base du rhomboïde primitif. Ces derniers plans ayant la même inclinaison, sur l'axe du cristal, que les premiers, s'ils atteignoient les limites qui leur sont prescrites par la loi de reculement qui a présidé à leur formation, le rhomboïde qui en résulteroit, seroit absolument semblable à celui primitif. Mr. l'Abbé Haüy observe que, dans sa variété trihexaèdre, les plans de ce rhomboïde étant combinés avec

ceux du rhomboïde primitif, et les plans du prisme de la 2me modification s'y étant réunis aussi, le cristal se présente comme un prisme hexaèdre terminé par une pyramide hexaèdre droite, et a beaucoup de ressemblance alors avec le cristal de roche, avec cette différence cependant que, dans le cristal de roche, les faces pyramidales rencontrent les plans du prisme sous un angle de 141°, 40′, au lieu que cet angle est de 135°, dans la chaux carbonatée. Au nombre des cristaux appartenant à la septième modification, il y en a trois, ceux représentés par les fig. 58, 59, et 60, dont les prismes hexaèdres, pour les deux premiers, et dodécaèdre pour le dernier, sont de même terminés par une pyramide hexaèdre droite, dont l'aspect a beaucoup de ressemblance avec celui offert par le cristal de roche. A l'origine, trompé à leur égard, j'avois envisagé les six plans dont cette pyramide est formée, comme ayant tous une même inclinaison; mais, par la suite, ayant pu m'en procurer des cristaux de près d'un demi-pouce de diamètre et très-parfaits, j'ai reconnu que ceux des plans de la pyramide de ces cristaux, qui n'appartenoient pas au rhomboïde primitif, faisoient, à leur rencontre avec les plans du prisme, un angle approchant de 129°, au lieu de celui de 135°, que font ceux du rhomboïde primitif, et qu'ils appartenoient par conséquent à un rhomboïde plus obtus. En effet, ils appartiennent à celui ayant 107°, 3′, et 72°, 57′, pour mesures des angles de ses plans: rhomboide, dont deux des cristaux, donnés par Mr. l'Abbé Haüy, renferment les plans; ce sont ceux auxquels appartiennent les deux variétés nommées *rétrograde* et *quadrirhomboïdale* par cet auteur. L'une d'elles est placée dans sa minéralogie, et l'autre, dans le premier volume des Annales du Muséum d'Histoire Naturelle. Si Mr. l'Abbé Haüy n'a pas été trompé, ainsi que je l'ai d'abord été moi-même, le cristal qu'il cite, renfermeroit en effet les plans d'une nouvelle modification, et porteroit alors à 59, le nombre de celles de la chaux carbonatée.

TABLEAU DES CRISTAUX,

DANS LESQUELS EXISTENT LES PLANS DE CHACUNE DES DIFFÉRENTES MODIFICATIONS DU CRISTAL PRIMITIF DE LA CHAUX CARBONATÉE, PAR INDICATION DES NUMÉROS FIGURES QUI LES REPRÉSENTENT.

Comme les plans qui appartiennent à chacune des modifications du cristal primitif de la chaux carbonatée, se rencontrent, comme plans de combinaison, sur des cristaux, placés souvent dans plusieurs modifications différentes; et qu'en outre la quantité immense de variétés que renferme cette substance, entraîne nécessairement avec elle quelques difficultés, pour la détermination de la variété à laquelle pourroit appartenir un cristal quelconque que l'on voudroit déterminer, il m'a paru nécessaire de donner ici un tableau, qui pût indiquer facilement, dans chacune des modifications, le cristal sur lequel les plans, apartenant à chacune d'elles en particulier, sont placés.

Pour éviter la multiplicité inutile des nombres, lorsque plusieurs se suivent, je me suis contenté de séparer, par un trait d'union, le premier et le dernier nombre sur lequel se rencontrent de suite les mêmes plans. Ainsi, à la 2me modification, 17—22 indique que les plans de cette 2me modification se rencontrent de suite, sur tous les cristaux, depuis celui, fig. 17, jusques et y compris celui, fig. 22.

CRISTAL PRIMITIF.

1—18, 23—27, 29, 43—45, 46, 55, 56—60, 63, 66, 72, 83, 85, 95, 97, 98, 100, 102, 105bis, 120—122, 131—134, 137—142, 147—150, 154, 164—169, 176—179, 186, 188, 193, 200, 205—207, 211—213, 216, 219, 222bis, 224, 225, 228—230, 232, 236, 249bis, 250, 251, 254, 254bis, 274, 285, 290, 295, 297, 298, 306, 307, 309, 310, 313, 317, 321, 326, 331, 337, 342, 343bis, 344, 345, 347bis, 351bis, 352, 353, 371, 372, 374—377, 381, 383, 385, 393, 406, 407, 409—413, 416, 418, 430—434, 443, 444, 450, 456, 459, 461—463, 465—468, 471, 473, 476, 477, 482, 483, 485, 486, 495, 499, 504, 511, 515, 516, 524—526, 531, 536, 537, 542, 555, 566, 570, 571, 573—575, 587, 588, 592, 593, 600, 601, 603, 604, 608, 612, 613, 615, 616, 618, 622bis, 636, 638, 639, 641, 648, 657, 665, 666, 669, 670 - - - T. 215

Première Modification.

7—9, 21, 22, 34—36, 38, 39, 45, 53, 54, 55bis, 60, 64, 65, 71bis, 78bis, 80, 81, 83, 85, 92—94, 104, 116—120, 124, 141, 142, 153, 154, 160, 176, 183, 188, 210, 211, 232, 233, 249bis, 297—300, 329, 367, 368, 385, 503, 505, 507bis, 521bis, 523, 524, 581, 582, 604, 607—609, 633, 635, 638, 643, 644bis, 659, 673 T. 75

Deuxième Modification.

10—13, 17—22, 25, 27, 30—33, 36—44bis, 48—54, 56—62, 70, 75—78, 80—82, 92—94, 99, 100, 102, 104—106, 110—113, 117, 117bis, 118, 121, 122, 125—128, 130, 133—136, 138—142, 144, 146quater, 155, 161—172, 177, 179, 182, 183—187, 194, 196, 197, 200, 201, 203, 204, 206—210, 212—216, 218—221, 223—226, 228—231, 233, 237, 238, 240, 242, 244, 245, 252, 255—260, 273, 276, 277, 279, 280, 283—287, 289—294, 300—303, 305—310, 313—318, 321, 325, 328—331, 333—337, 339, 340, 343bis, 344, 347, 347bis, 348—351bis, 359, 360, 362, 366, 372—384, 386—390. 400—403, 407—417, 419, 423, 424, 426, 428, 429, 434, 437—449, 451—455, 459, 460, 469bis, 473, 474, 476, 478, 490—492, 493, 496—499, 502, 504, 507, 507bis, 511, 521bis, 522—525, 529, 533—544, 546—555, 557—559, 561—563, 565—574, 577—589, 591, 605, 607, 610, 613—623, 629, 640, 644, 644bis, 646—648, 652—659, 661, 662, 666, 667, 669—673 T. 416

Troisième Modification.

14—22, 40—42, 44, 44bis, 50—52, 64, 65, 73, 78, 78bis, 79, 80, 92, 93, 103, 104, 105bis, 114—122, 127—130, 132, 134—142, 146quater, 156, 157, 167, 170, 171, 177, 183, 187, 202bis, 209, 214—216, 220, 227, 233, 239, 240, 243, 244, 246—249bis, 252, 264, 266, 267, 271, 310, 385, 453, 473, 497—499, 502, 505, 507—510, 517—519, 522, 538, 539, 579, 630—635 - - T. 112

Quatrième Modification.

23—45, 61, 62, 74, 81, 87—89, 94, 101, 102, 105—107, 117bis, 123—126, 129—136, 157—159, 166, 171, 172, 175, 179—182, 183, 194, 209, 210, 214, 216bis, 226, 230, 234, 241, 241bis, 242—245, 249, 261, 263, 265, 266, 268, 269, 271—273, 277, 279, 280, 283, 284, 287, 292—294, 303, 306, 310, 312, 318, 331, 337, 339, 340, 343bis, 347bis, 351bis, 370—374, 377—384, 386—393, 399, 405, 406, 410, 412, 415, 416, 418, 431, 435, 437, 440—446, 451, 452, 454, 460, 461—467, 469bis, 471, 472, 474, 476, 504, 505, 511bis, 521bis, 532bis, 541—544, 550, 555, 562, 566, 568, 570, 571, 574, 574bis, 578, 581—584, 586—588, 594, 595, 597—601, 605, 610, 612, 633, 637, 640, 643bis, 644, 644bis, 647, 659, 661, 662, 667, 668, 669bis, 673bis T. 210

Cinquième Modification.

46—52, 64, 65, 129, 496 - - - - - T. 11

Sixième Modification.

53, 54, 496 - - - - - - - T. 3

Septième Modification.

55—62, 251, 269, 307, 474, 646, 647 - - T. 15

Huitième Modification.

63—65, 521, 523, 532 - - - - - T. 6

Neuvième Modification.

66—68, 413 - - - - - - - T. 4

Dixième Modification.

69, 70 - - - - - - - - T. 2

Onzième Modification.

71—83, 122, 168, 169, 173—176, 179, 186, 188, 194, 211, 213, 228—230, 250—252, 284, 285, 301, 317, 336, 339, 340, 345, 349—351, 376, 377, 382, 383, 394—412, 414—419, 424, 426—429, 433, 434, 439, 443—445, 449bis, 472, 476, 478, 490—492, 504, 505, 518, 519, 524, 542, 544, 555, 573, 575, 588, 639, 641, 648, 654, 655, 657, 659 - - - - T. 100

Douzième Modification.

84, 85, 419, 459, 475 - - - - - - T. 5

Treizième Modification.

86—94, 404—406, 417, 419, 476, 647 - - - T. 15

Quatorzième Modification.

85, 95—108, 189—193, 249bis, 279, 280, 337, 339, 340, 421, 456—458, 460—472, 478, 489, 540—544, 546—549, 551, 552, 554, 555, 559, 562, 568, 570—572, 574, 585, 601, 605, 609, 610, 616, 618, 620—622, 648 - - - - - - - - T. 78

Quinzième Modification.

108, 109—142, 322, 452, 497—499 - - - T. 41

Seizième Modification.

143—146^quat, 420, 421 - - - - - - T. 7

Dix-septième Modification.

147—194, 231, 232, 256, 264, 267, 268, 303, 331, 333, 334, 339, 408, 422—424, 426—442, 446, 452, 453, 455, 467, 473, 476, 498, 499, 501, 503, 505, 507bis, 522, 544, 547, 569, 571, 572, 582—584, 617, 622bis, 625—627, 633, 642, 643, 674—676 - - - T. 113

Dix-huitième Modification.

195—201 - - - - - - - - T. 7

Dix-neuvième Modification.

202—216bis, 257—260, 270, 453, 602—604 - - T. 27

Vingtième Modification.

217—221, 477, 636, 638 - - - - - T. 8

Vingt et unième Modification.

222—234, 509, 589 - - - - - - T. 15

Vingt-deuxième Modification.

235—252, 459, 479—495, 496, 504, 505, 508—510, 626, 627, 639 - - - - - - T. 31

Vingt-troisième Modification.

253—273, 198, 199, 339, 459, 479—481, 543, 544, 571, 610, 624—627, 641, 646, 647, 676 - - - T. 40

Vingt-quatrième Modification.

274, 277, 280, 348 - - - - - - T. 6

Vingt-cinquième Modification.

278—280 - - - - - - - - T. 3

Vingt-sixième Modification.

281—287, 451, 623, 656—659 - - - - T. 13

Vingt-septième Modification.

90, 183, 288—303, 313, 410, 416, 443—449, 622, 657 T. 30

Vingt-huitième Modification.

304—318, 420, 421, 525, 648, 671—673 - - T. 22

Vingt-neuvième Modification.

319—322, 336, 344, 354 - - - - - T. 7

Trentième Modification.

201, 323—325, 351bis, 425, 476, 648 - - - T. 8

Trente et unième Modification.

326—331 - - - - - - - - T. 6

Trente-deuxième Modification.

332—337, 455, 469bis, 523, 575, 620, 621, 622bis - T. 14

Trente-troisième Modification.

338—340 - - - - - - - - T. 3

Trente-quatrième Modification.

342—345 - - - - - - - - T. 4

Trente-cinquième Modification.

290, 295—302, 328, 330, 346—351bis, 525 - - T. 19

Trente-sixième Modification.

54, 68, 146, 146quater, 169, 178, 179, 181, 182, 192, 197, 199, 208, 209, 277, 280, 284—287, 291, 294, 303, 311—318, 321, 322, 324, 325, 331, 333—336, 339, 340, 343bis, 345, 352—481, 485—493, 528, 529, 533, 534, 540, 544, 551, 552, 555, 560—564, 565—571, 573, 575, 586, 589, 596, 598, 599, 602bis, 612, 613, 618, 621—623, 644bis, 646, 647, 651—659, 674, 675 T. 233

Trente-septième Modification.

177, 187, 368, 444, 445, 482—493, 623, 650, 652, 658 - - - - - - - - - T. 21

Trente-huitième Modification.

484—499 - - - - - - - - T. 6

Trente-neuvième Modification.

500—505, 524, 672, 673 - - - - - T. 9

Quarantième Modification.

447, 448, 476, 506—511bis, 519, 520, 524 - - T. 13

Quarante et unième Modification.

259, 260, 271, 272, 349, 414—419, 476, 477, 512—525, 604, 605, 672, 673 - - - - - - T. 32

Quarante-deuxième Modification.

526—529, 543, 548 - - - - - - T. 6

Quarante-troisième Modification.

530—544, 573, 575 - - - - - - T. 17

Quarante-quatrième Modification.

460, 545—555, 568, 570, 571, 575, 585, 622[bis] - T. 18

Quarante-cinquième Modification.

335, 336, 556—575, 619—621, 622[bis], 637, 638, 640 T. 29

Quarante-sixième Modification.

234, 245, 248, 339, 340, 384, 576—589, 622[bis] - T. 21

Quarante-septième Modification.

542—544, 549, 590—605 - - - - - T. 21

Quarante-huitième Modification.

552, 558, 559, 572, 602[bis], 606—610, 648 - T. 13

Quarante-huitième Modification [bis].

674, 675, 676 - - - - - - - T. 3

Quarante-neuvième Modification.

184, 185, 523, 534, 540—544, 611—627, 648 - T. 28

Cinquantième Modification.

329, 476, 542—544, 550, 551, 553—555, 567, 570, 571, 573, 607—609, 621, 622, 628—644[bis], 648, 659 - - - - - - - - - T. 45

Cinquante et unième Modification.

333, 334, 340, 645—648, 672, 673 - - - T. 9

Cinquante-deuxième Modification.

336, 339, 649—659 - - - - - - T. 13

Cinquante-troisième Modification.

660—662 - - - - - - - - T. 3

Cinquante-quatrième Modification.

91, 663 - - - - - - - - T. 2

Cinquante-cinquième Modification.

664—668 - - - - - - - - T. 5

Cinquante-sixième Modification.

669—673 - - - - - - - - T. 5

OBSERVATION.

Cette table, en outre de son utilité, pour trouver les cristaux sur lesquels peuvent être placés les plans de chacune des modifications, lorsque l'on veut déterminer un cristal que l'on a entre les mains, a le double avantage de faire appercevoir, d'un seul coup d'œil, celles des modifications de la chaux carbonatée dont les plans se rencontrent le plus fréquemment, ainsi que celles qui, au contraire, se montrent le plus rarement. On voit dans un instant, par exemple, que les plans du prisme dû à la seconde modification, sont ceux qui se montrent le plus souvent; que les plus communs ensuite, sont ceux du dodécaèdre pyramidal aigu commun, ou de la 36me modification; qu'après eux, viennent les plans du rhomboïde primitif, ainsi que ceux du rhomboïde de la 4me modification, et cela, en un nombre à peu près égal; ensuite ceux du rhomboïde de la 17me modification; ceux qui appartiennent au plan de remplacement de l'angle solide du sommet du rhomboïde primitif, par un plan perpendiculaire à son axe; ceux qui appartiennent au rhomboïde aigu de la 11me modification; ceux qui appartiennent à celui de la 14me; les plans du prisme de la première, &c. &c. On voit de même que les cristaux, sur lesquels se montrent les plans de ces modifications, sont entre eux dans le rappo.t des nombres 416, 233, 215, 210, 113, 112, 100, 78, 75, &c. &c.

TABLEAU DU NOMBRE DES CRISTAUX

QUI APPARTIENNENT AUX DIFFÉRENTES COMBINAISONS DES PLANS DES MODIFICATIONS DU CRISTAL PRIMITIF DE LA CHAUX CARBONATÉE.

Les cristaux formés par la combinaison des plans de deux, de trois, de quatre, et de cinq modifications, étant assez communs, je ne citerai ici que la totalité de ceux qui appartiennent à chacune d'elles; mais dans ceux qui sont formés par la combinaison des plans d'un plus grand nombre de modifications, j'ai cru devoir indiquer le numero sous lequel chaque cristal est placé.

Combinaisons de deux modifications - - - -	174
Combinaisons de trois - - - - - -	188
Combinaisons de quatre - - - - - -	150
Combinaisons de cinq - - - - - -	69
Combinaisons de six: 179, 249 bis, 280, 331, 336, 410, 419, 443, 445, 499, 505, 523, 541, 568, 588, 604, 638, 646, 658, 672 - - - - - -	20
Combinaisons de sept: 183, 416, 444, 524, 573, 574 bis, 621, 622, 644 bis, 647, 657, 658, 673 - -	13
Combinaisons de huit: 340, 555, 570, 575 - -	4
Combinaisons de neuf: 622 bis, 339, 659 - - -	3
Combinaisons de dix: 542, 571 - - - -	2
Combinaisons de onze: 476, 543, 544, 648 - -	4

OBSERVATION.

Ce tableau fait voir: 1° que le cristal de la chaux carbonatée qui, jusqu'ici renferme les plans d'un plus grand nombre de modifications, est dû à la combinaison des plans de onze ; 2° que les combinaisons des plans de deux et de trois modifications, sont les plus communes, et en même temps que le nombre des combinaisons de trois, l'emporte sur celui des combinaisons de deux ; 3° que les combinaisons des plans de quatre modifications sont les plus communes ensuite ; 4° qu'après, viennent les combinaisons par cinq, qui sont encore en grand nombre, puis celles par six et sept ; 5° que le nombre des cristaux formés par la combinaison des plans d'un plus grand nombre de modifications, est, en comparaison, très-peu considérable, et en même temps n'est nullement proportionnel au nombre des plans combinés ; car il existe quatre combinaisons de onze modifications, tandis qu'il n'en existe que trois de neuf, deux de dix, et quatre de huit.

CONCLUSION.

Il existe donc, dans ce moment, de connues, dans la chaux carbonatée, 59 modifications, en y comprenant celle 48bis, et les deux indiquées dans le supplément c'est à dire, 59 reculements différents des lames de la cristallisation, par rangées de molécules, soit aux bords, soit aux angles du rhomboïde primitif. Douze de ces modifications, avoient été indiquées par Romé de l'isle, dans sa cristallographie ; et 20,* parmi lesquelles sont comprises les 12 précédentes, qui ont été soumises au calcul par Mr. l'Abbé Haüy, ont été données par lui.

Les cristaux formés par ces modifications, en y comprenant ceux supplémentaires indiqués par les expressions, bis, ter, &c. forment un total de 616 variétés parfaitement distinctes. En ajoutant, à ces cristaux, 63 variétés, qui ne proviennent que des divers accroissements des plans, et dont j'ai cru devoir donner la figure, parce que, bien souvent, cette variation dans l'accroissement, change totalement l'aspect du cristal ; ainsi que 31 cristaux qui représentent, à l'état complet, des modifications qui n'ont pas encore été trouvées, sous cet état, ou qui servent à faciliter la conception de quelques faits particuliers, on aura le total des 710 cristaux représentés dans les planches qui ont trait aux formes de la chaux carbonatée.

Romé de l'isle avoit donné, dans sa cristallographie, 60 cristaux de cette substance, dont plus de 40 offroient des variétés parfaitement distinctes. Mr. l'Abbé Haüy, dans la minéralogie qu'il a publié dix-huit ans après, supprimant celles des variétés données par Romé de l'isle, qu'il ne connoissoit pas, et négligeant celles qui ne dérivoient que

* Savoir, 18 dans sa minéralogie ; car, des 20 signes représentatifs différents des loix de reculement, qu'il donne, à la page 131, vol. 2, un d'eux appartient au rhomboïde primitif, et un autre celui B ne peut être appliqué, d'une manière quelconque, à aucun des plans des cristaux donnés dans cet ouvrage : les deux autres modifications qui ont été donnés par ce savant, dans d'autres ouvrages, ont été citées, dans le supplément que j'ai joint aux observations sur les cristaux.

de l'accroissement de quelques-uns des plans du cristal, a donné les figures et la description de 47 variétés, et il en a porté depuis le nombre à 71.

Trois, des 59 modifications, donnent naissance à trois prismes différents. Une quatrième, en terminant le cristal par un plan perpendiculaire à l'axe, tend à completter ces prismes. 22, donnent naissance à des rhomboïdes. 34, à des dodécaèdres pyramidaux.

Parmi les prismes, deux sont hexaèdres, et le troisième est dodécaèdre. Les deux premiers, ainsi que la modification qui les termine et les complette, ont été décrits, tant par Romé de l'isle, que par Mr. l'Abbé Haüy.

Parmi les rhomboïdes, huit sont obtus, et quatorze sont aigus. J'en ai observé seize, à l'état complet; les six autres, n'ont encore montrés leurs plans que sous l'état de combinaison avec ceux de quelques-unes des autres modifications. Trois de ces rhomboïdes, ceux des 10me, 11me, et 17me modifications, sont des inversions exactes des 7me, 4me, et du primitif; cinq autres, ceux des 12me, 15me, 16me, 18me, et 21me modifications, sont de même, mais cependant à quelques minutes près, des inversions différentes des 11me, 9me, primitif, 4me et 17me modifications.

Trois de ces rhomboïdes, le primitif, et ceux des 4me et 17me modifications, ont été cités par Romé de l'isle, et il avoit en outre apperçu de légères traces de trois autres, ceux des 7me, 11me, et 23me modifications, indiqués, le premier, dans les fig. 11, 13, et 14, pl. IV, de sa cristallographie, le second, dans celle fig. 41, et le troisième, dans celles fig. 10, 11, et 12. Mr. l'Abbé Haüy en a décrit 10, dont neuf appartiennent aux 4me, 7me, 11me, 13me, 14me, 17me, 22me, et 23me modifications, et le primitif, et le dixième, à celui semblable pour la forme au rhomboïde primitif, cité, d'après lui, dans le supplément, si nulle erreur n'a été commise dans sa détermination.

Parmi les dodécaèdres, 10 sont obtus, et 34 sont aigus. J'ai observé 16 de ces dodécaèdres, à l'état complet; les 18 autres ne se sont encore montrés qu'ayant leurs plans combinés avec ceux de quelques-unes des autres modifications. Les 16 que j'ai vus à l'état

complet, sont, parmi les dodécaèdres obtus, ceux des 26me et 27me modifications, et parmi ceux aigus, ceux des 34me, 36me, et 37me, ceux depuis la 39me jusqu'a la 47me, inclusivement, et ceux des 49me et 54me modifications. On voit par là que, sur les 10 dodécaèdres pyramidaux obtus, deux seulement se sont montrés jusqu'ici à l'état complet. Deux de ces dodécaèdres pyramidaux, ceux, des 25me et 31me modifications, s'ils étoient complets, auroient pour plans de leurs pyramides, des triangles isocèles, et un autre, celui de la 55me, se montre à l'état presque complet, dans le même cas : tous les autres ont, pour ces mêmes plans, des triangles scalènes.

Un de ces dodécaèdres, pris parmi ceux aigus, celui de la 36me modification, avoit été cité par Romé de l'isle, dans sa cristallographie, et on trouve en outre quelque trace des plans de celui de la 50me modification, dans la fig. 32, pl. IV, de ce même ouvrage. Parmi ceux obtus, un avoit aussi été indiqué par ce même savant, et ses plans font parties de ceux des fig. 42, 43, et 44, de sa même pl. IV.

Mr. l'Abbé Haüy a donné la description de 9 de ces dodécaèdres, dont deux obtus, qui appartiennent aux 27me et 30me modifications, et 7 aigus, qui appartiennent aux 34me, 35me, 36me, 39me, $48^{me\ bis}$, 50me, joints à celui cité dans le supplément.

On voit que je regarde les deux modifications que j'ai citées dans le supplément, comme exemptes d'erreur, et parfaitement établies, ce qui ne peut être autrement, ces modifications ayant été décrites par un savant d'une réputation aussi distinguée et aussi bien méritée, jusqu'à ce qu'il ait vérifié par lui même, si, en effet, il a été induit en erreur, par quelques imperfections des cristaux qui ont servi de base à leur détermination.

CHAUX CARBONATÉE.

DEUXIÈME ESPÈCE DE FAMILLE.

CHAUX CARBONATÉE À CASSURE VITREUSE.

ARRAGONITE.

Arragonite, Werner et Haüy. *Chaux carbonatée dure.* *Igloïte*, Esmark. *Stängelkalk*, Schumacher.

Cette chaux carbonatée, qui a été nommée arragonite par Mr. Werner, est dûe à la combinaison de la chaux avec l'acide carbonique, dans des proportions exactement semblables à celles dans lesquelles ces mêmes substances entrent dans la formation de la chaux carbonatée. Il est fortement à présumer, que l'introduction d'un troisième principe, qui nous est encore inconnu, au nombre de ses parties constituantes, occasionne la grande différence qui existe entre ces deux substances.

CARACTÈRES SPÉCIFIQUES

DE L'ARRAGONITE À L'ÉTAT LE PLUS PARFAIT.

CARACTÈRES ESSENTIELS,

CRISTALLOGRAPHIQUES.

Cristal primitif. Prisme tétraèdre rhomboïdal droit, dont les plans se rencontrent entre eux, sous deux angles de 117°, 2′, et sous deux autres de 62°, 58′, fig. 1, pl. 49. Les faces terminales, ou bases, de ce prisme, sont des plans rhombes, dont les angles ont pour mesure, celles qui viennent d'être données pour la rencontre des plans du prisme entre eux. La grande diagonale a b de ces plans, est

à la petite c d, dans le rapport de 8 à 4, 9. Cette même grande diagonale est aux bords des faces terminales, dans le rapport de 8 à 4,69. Elle est aux bords longitudinaux du prisme, dans celui de 8 à 5,66, et ces mêmes bords sont, par conséquent, à ceux des faces terminales, dans le rapport de 5,66 à 4,69.

Molécule intégrante. Rien jusqu'ici n'a pu me conduire à la détermination de la forme de la molécule intégrante de cette substance.

Cassure. L'arragonite se clive, quoique avec beaucoup de difficultés, parallèlement aux plans d'un prisme tétraèdre rhomboïdale droit, son cristal primitif; mais on ne peut, en aucune manière, parvenir à cliver cette substance parallèlement aux faces terminales de ce même prisme. Sa cassure est inégale et vitreuse. Dans les cristaux, dans lesquels la cristallisation à éprouvé quelque gêne, on parvient quelquefois à distinguer une texture lamelleuse, sur les côtés de leurs prismes.

PHISIQUES.

Pésanteur spécifique. La pésanteur spécifique de cette substance a été fixée, par Mr. l'Abbé Haüy, à 29,46. J'ai eu constamment, pour elle, une pésanteur inférieure, et qui n'a jamais excédé 29,20; mais ce caractère est très-exposé à varier, dans celles de ses variétés surtout qui viennent d'Arragon, à raison de ce que leurs cristaux ne sont presque jamais que des agrégations, et renferment fort souvent des parties étrangères, telles que du gypse argileux, et de petits cristaux de quartz d'un rouge brun.

Dureté. L'arragonite raye, avec facilité, la chaux fluatée, et l'on parvient même avec elle, quoique avec un peu de difficulté, à rayer le verre. Celle en cristaux incolores des basaltes, ainsi que celle du Pérou, de Carinthie, &c. m'a toujours paru un peu plus dure que celle qui vient d'Arragon; ce qui provient probablement d'un plus grand dégré de pureté.

Refraction. Double, Haüy.

Electricité par le frottement. Aucune.

CHIMIQUES.

Action des acides. L'arragonite est dissoute par l'acide nitrique, avec une effervescence qui m'a toujours semblé plus vive, et sa dissolution plus prompte, que ne le fait la chaux carbonatée ordinaire.

Action du feu. Infusible au chalumeau, sous l'action duquel elle pétille et éclate fortement. Elle passe à l'état de chaux vive, comme la chaux carbonatée ordinaire.

Analyse. Cette substance, analysée par Messrs. Vauquelin, Klaproth, Chenevix, Proust, Ténard, &c. n'a donné, pour ses parties constituantes, que de l'acide carbonique et de la chaux; et cela, absolument dans les mêmes proportions que celles sous lesquelles ces mêmes principes entrent dans la composition de la chaux carbonatée: c'est-a-dire, $\frac{44}{100}$ d'acide, sur $\frac{56}{100}$ de chaux.

CARACTÈRES ÉVENTUELS.

Couleur. L'état le plus ordinaire sous lequel l'arragonite s'est présentée à nous jusqu'ici, à l'égard de la couleur, est celui incolore; souvent cependant celle d'Arragon est nuancée d'un gris violet; et, ce qui est assez particulier, très-communément alors, le gris violet occupe simplement une partie plus ou moins grande du cristal, et est placée, d'une manière intermédiaire, entre ses deux extrémités: quelques cristaux cependant sont complettement violets. Je ne connois, dans la variété pyramidale, d'exception à l'état incolore, que celle verte qui vient de Marienberg, en Saxe; et celle d'Iglo en Hongrie, qui est de la même couleur verte tirant quelquefois sur le jaune: on en cite encore une autre de cette même couleur, qui vient de Sterzing, dans le Tyrol.

Transparence. L'arragonite d'Arragon est bien rarement d'une belle transparence; mais, parmi celle qui vient des autres cantons, il existe des cristaux aussi transparents que le quartz le plus pur; telle est principalement celle qui vient du Pérou.

Phosphorescence. Cette propriété varie considérablement dans l'arragonite. Celle qui vient d'Arragon, étant pulvérisée et projettée sur la pelle échauffée, répand une lueur phosphorescente très-vive, et d'une belle couleur jaune orangée.

Toutes celles, au contraire, que j'ai observées jusqu'ici venant de partout ailleurs, ou ne se sont montrées nullement phosphorescentes, ou ne l'étoient que très-légèrement ; et, dans ce dernier cas, la lueur qu'elles donnent est blanche, et est à peine perceptible.

Tableau de l'Arragonite et de ses Variétés.

Espèce.	*Variétés.*	*Divisions.*	1res *Sous-divisions.*	2des *Sous-divisions.*
À CASSURE IRRÉGULIÈRE ET VITREUSE ARRAGONITE.	De formes cristallines parfaitement déterminées.	Cristal primitif ; ses modifications et variétés.		
		en agrégations régulieres.		
		en cristaux réguliers, formant des faisceaux divergents.		
		en cristaux réguliers, placés d'une manière inclinée autour d'un axe commun et formant une tige cilindrique ou conique. *arragonite caralliforme. flos ferri.*	en groupes, dont les branches sont isolées et ont une direction semblable.	ayant un lustre satiné. d'un blanc mat.
			en groupes, dont les branches se croisent suivant diverses directions.	
	De formes cristallines indéterminées.	fibreuse.	à fibres divergentes.	séparées.
			à fibres parallèles.	réunies.
		capillaire. *arragonite zéolitiforme.*		
		globuliforme.	à globules solides. à globules scaverneux.	
		grenue.	les grains ayant un lustre éclatant. D'un blanc mat.	

ARRAGONITE CRISTALLISÉE.

De formes parfaitement déterminées. L'arragonite ne s'est montrée à nous jusqu'ici que sous l'état cristallisé, plus ou moins déterminé, et ses cristaux sont encore au nombre des substances peu connues de la minéralogie. Elle présente, à l'égard de ses variétés de forme, des faits particuliers, qui les partagent en deux séries parfaitement distinctes. Dans l'une, qui appartient aux variétés qui viennent de l'Arragon, les cristaux sous lesquels elle se montre, appartiennent, soit au prisme tétraèdre rhomboïdal primitif, soit à ses modifications octaèdres, soit enfin à différentes agrégations régulières, c'est-à-dire, soumises aux loix de reculement des lames cristallines, et d'où résultent deux prismes hexaèdres différents. Les cristaux qui composent cette série, sont très-phosphorescents sur la pelle échauffée, et la lueur qu'ils donnent alors, est d'un jaune orangé. Dans l'autre, qui appartient à l'arragonite des divers autres cantons, les modifications du cristal primitif donnent, soit un prisme hexaèdre différent des deux précédents, soit des variétés pyramidales très-aigues. La première de ces modifications se montre principalement dans les cristaux de cette substance qui se rencontrent dans les roches basaltiques. La seconde appartient plus particulièrement à l'arragonite, soit des filons, soit du Pérou, où, très-probablement, elle existe aussi dans quelque filon. Les cristaux qui appartiennent à cette seconde série, ou ne sont nullement phosphorescents sur la pelle échauffée, ou ne donnent qu'une lueur très-foible et de couleur blanchâtre.

De formes indéterminées. Il arrive, très-fréquemment, aussi, que les cristaux un peu grands de l'arragonite sont dûs à l'agrégation d'un grand nombre d'autres cristaux, non d'une manière régulière, et par suite d'un reculement déterminé des lames cristallines, ainsi que j'ai dit plus haut que cela a lieu fort souvent, mais irrégulièrement : ces réunions ne présentent, pour l'ordinaire alors, que le simple aspect d'un cylindre plus ou moins fortement cannelé. Les variétés de cette

substance qui viennent d'Arragon, ainsi que celles qui sont extraites des roches basaltiques, sont particulièrement sujettes à appartenir à cette variété, à laquelle Mr. l'Abbé Haüy a donné le nom de *cylindroïde*.

Fibreuse. L'arragonite *fibreuse* se montre, soit en fibres déliées, soit en fibres grossières. Dans la variété en fibres déliées, ces fibres sont, soit étroitement sérrées les unes contre les autres, ainsi qu'on l'observe dans quelques basaltes, où elles forment souvent alors de petites masses d'un blanc mat, soit espacées dans une partie de leur longueur, et fréquemment alors, elles n'adhèrent les unes aux autres que par leurs extrémités inférieures: elles forment, dans ce cas, des faisceaux divergents. D'autre fois, se plaçant autour d'un même centre, elles forment des mamelons dont la surface est hérissée par l'extrémité supérieure de chacune d'elles. Ces fibres sont de véritables cristaux, et appartiennent, pour l'ordinaire, à la forme pyramidale aigue: elles sont quelquefois d'une finesse extrême, qui leur fait alors donner le nom de *fibres capillaires*. Parmi les roches basaltiques qui contiennent cette substance, plusieurs des cavités dans lesquelles elle est placée, renferment cette dernière variété, qui alors a été beaucoup trop généralement prise pour appartenir à une substance zéolitique. Je possède un morceau, dans lequel les fibres capillaires sont placées, en divergents, autour d'un centre commun, et forment de petits mamelons de la nature de ceux décrits plus haut: ils sont placés sur une lame mince de quartz, sali par de l'oxide de fer brun, et y sont mélangés de petits mamelons de malachite. Je dois ce morceau, dont j'ignore la localité, à M[de] Forster, à laquelle j'ai eu souvent de pareilles obligations: elle possédoit alors, dans sa collection de vente, un morceau pareil et beaucoup plus considérable, sur lequel plusieurs de ces mamelons étoient très-grands, et d'une forme parfaitement arrondie.

Parmi les morceaux de cette substance qui sont extraits des filons de minérai de fer de la Styrie, de la Carinthie, &c. et ont ordinairement pour gangue du fer oxidé brun, les groupes, souvent ramifiés, des petits cristaux qu'ils présentent, reposent fréquemment sur une

couche, plus ou moins épaisse, de la même substance en faisceaux divergents et s'entrecroisant suivant différentes directions, recouverte elle-même quelquefois par des cristaux de chaux carbonatée, en rhomboïdes lenticulaires, ou de la 4[ième] modification qui, par fois aussi, sont épars sur les groupes de cristaux d'arragonite. J'ai vu aussi la même arragonite en faisceaux divergents entre-croisés, servant de base à celle colorée en vert de Marienberg en Saxe: elle se rencontre de même aussi à Iglo en Hongrie, &c.

Mamelonnée et globulaire. Parmi les morceaux de la variété de cette substance, qui étoit connue autrefois sous le nom impropre de *flos ferri*, on en observe quelquefois, dont la surface est couverte en entier de mamelons de différentes grosseurs: dans ce cas, la texture de ces mamelons est striée du centre à la circonférence. La même roche basaltique d'Ecosse, à laquelle jai eu l'obligation de la variété représentée sous la fig. 29, pl. 50, renfermoit en outre de petits globules, soit parfaitement sphériques, soit sphériques alongés, de la grosseur d'un gros pois et souvent beaucoup au delà, qui appartenoient à la même substance. Plusieurs de ces globules étoient parfaitement pleins; leur texture étoit alors, soit striée, du centre à la circonférence, soit à l'état grenu. D'autres, renfermoient une cavité plus ou moins grande, et dont l'intérieur étoit tapissé de cristaux presque toujours indéterminés. Je possède un de ces globules, dans lequel ces petits cristaux, qui sont parfaitement déterminés, appartiennent au prisme tétraèdre rhomboïdal primitif: ils sont incrustés et colorés à leur extérieur par un fer oxidé brun.

Coralliforme ou branchue. C'est, ainsi que je l'ai déjà dit, dans un Mémoire lu à la Société Royale de Londres, le 26 May 1803, et qui a été imprimé dans les Transactions Philosophiques de la même année, à cette même substance qu'appartiennent ces superbes groupes stalactiformes, auxquels on donnoit autrefois le nom de *flos ferri*, et qui viennent des filons de minérai de fer de Styrie, de Carinthie, &c. &c. Cette variété offre l'aspect, soit de longues branches, minces, isolées, et de différentes grosseurs, dont la forme approche plus ou moins de celle cylindrique, et quelquefois de celle

conique, et qui sont rarement dénuées d'appendices, qui se montrent sur elles, à différentes hauteurs, soit de rameaux branchus, dont les branches s'entrecroisent l'une l'autre, et sont fréquemment contournées. Cette variété est ordinairement d'un beau blanc. La texture de ses branches est très-particulière : elles sont striées, du centre à la circonférence, et, en les examinant avec la loupe, on reconnoit très-distinctement que ces stries sont autant de cristaux ; aussi, au lieu d'être perpendiculaires, ou à peu près perpendiculaires à l'axe, comme dans les stalactites, sont-elles inclinées sur lui, vers leur extrémité inférieure, de manière à faire, avec ce même axe, un angle d'environ 30°. De sorte que, si l'on suppose une de ces branches divisée en deux longitudinalement, par une section qui passeroit par son axe, chacune des deux moitiés présenteroit la direction des fibres, ou cristaux composants, ainsi que le fait voir la fig. 49. Aussi, lorsque l'on examine l'extrémité supérieure de chacune de ces branches, présente-t-elle, assez ordinairement, l'aspect de la partie centrale d'un faisceau divergent. L'orsqu'on regarde, au contraire, celles de ces branches, dont la situation étoit isolée et verticale, par leurs extrémités inférieures, elles offrent assez fréquemment une cavité, telle qu'elle est indiquée au point (a) de la fig. 48. Cette cavité est le résultat de la position respective, des fibres ou cristaux qui composent chacune des branches coralliformes. Comme l'assemblage des cristaux qui entourent cette cavité, donne à ses parois, tant extérieures qu'intérieures, une texture striée, lorsque ces branches sont jointes plusieurs ensemble, et ont à peu près la même longueur, elles présentent assez parfaitement, étant vues par cette extrémité, l'aspect de certains madrépores. Les aiguilles ou cristaux composants sont quelquefois très-serrés, sur la surface de ces branches, et ne se laissent alors parfaitement distinguer que par les aspérités que leurs extrémités forment, sur cette surface, et principalement par le lustre brillant des petites facettes qui les terminent. Mais d'autres fois, ces aiguilles, beaucoup moins serrées, sont parfaitement distinctes, et, réfléchissant la lumière dans toute leur étendue, leur position inclinée sur l'axe fait alors varier cette réflexion,

suivant l'inclinaison qu'on donne à ces branches, ce qui, joint à leur blancheur, leur fait produire le même effet que le plus beau satin. En général, les aiguilles qui les composent, étant toujours beaucoup plus serrées, à leur point de réunion sur l'axe, que vers leur partie extérieure, lorsque ces branches sont cassées, leur partie centrale paroit d'un blanc mat et opaque, tandis que celle qui avoisine la surface est d'un blanc moins mat et plus transparent. Cette structure, dans cette variété de l'arragonite, lui est si naturelle que, dans les superbes groupes du Pérou, dans lesquels les cristaux sont détachés les uns des autres, et parfaitement distincts, ces cristaux sont rassemblés par bouquets détachés, dans chacun desquels ils ont tous une de leurs extrémités adhérente de même à un axe commun. Je crois devoir observer en outre que, dans les variétés coralliformes qui viennent, soit de Styrie, soit de Carinthie, soit de Stes. Marie aux Mines, où il paroit qu'elles se sont autrefois aussi rencontrées, les cristaux composants appartiennent toujours aux mêmes formes pyramidales que l'arragonite du Pérou, qui sont celles en pyramides très-aigues.

Mr. l'Abbé Haüy, dans sa minéralogie, dit qu'il a apperçu, dans cette variété coralliforme, une espèce de canal très-étroit: il m'a toujours été impossible de l'observer, et je ne crois pas que la structure qui lui est propre, en permette l'existence. Comme cette structure rend souvent l'axe de leurs branches très-distinct, par une plus grande opacité dans cette partie, je présume que ce savant minéralogiste aura été trompé, par l'indication de l'emplacement de cet axe, qu'il aura considéré comme un canal. La petite cavité, que j'ai dite exister très-souvent à l'extrémité inférieure de ces branches, peut aussi très-facilement tromper à cet égard.

La structure de cette variété coralliforme de l'arragonite, écarte absolument toute idée qu'on pourroit avoir, pour elle, d'une formation analogue à celle qui appartient aux stalactites. La direction en rayons divergents et inclinés également sur leur axe, de toutes les aiguilles ou cristaux dont elles sont composées, la parfaite régularité que montrent très-souvent les mêmes cristaux, surtout dans la

variété satinée ; et, lorsqu'elle est rameuse, l'entrecroisement de ses branches, suivant un nombre immense de directions différentes, ainsi que la manière dont fréquemment plusieurs d'entre elles sont contournées, tous ces faits ne peuvent en aucune manière s'accorder avec une formation par filtration des eaux, chargées des molécules de sa substance, à travers les voutes des cavités souterraines, et avec l'opération que l'on sait résulter de cette filtration, dans la formation des stalactites, qui ensuite adhérent aux voutes de ces mêmes cavités. D'ailleurs, cette arragonite coralliforme s'observe, souvent aussi, adhérante non seulement au plafond, mais aux parois latérales de ces cavités. Tout, dans l'ensemble des faits que présente cette variété, semble démontrer que sa formation a été l'acte d'une espèce de sublimation, par laquelle les molécules intégrantes de la chaux carbonatée, ayant contracté une nouvelle combinaison avec un fluide gazeux, dont la nature ne nous est pas encore connue, ont été sublimées par lui, et se sont ensuite déposées et cristallisées sur les parois de la cavité. Ce seroit donc alors à ce fluide gazeux que cette substance devroit les propriétés qui l'écartent de la chaux carbonatée ordinaire ; et ce seroit ce fluide qu'il faudroit rechercher, pour en connoître la nature, et déterminer alors parfaitement la cause de cette différence.

J'usqu'à présent les connoissances que nous avons acquises, à l'égard des différentes localités de l'arragonite, se bornent aux suivantes. Celles de ses variétés qui sont en prisme tetraèdre rhomboïdal primitif, ou qui appartiennent, soit à ses modifications octaèdres, soit à celles en prismes hexaèdres, provenant d'une agrégation régulière, viennent de l'Arragon en Espagne, où elles ont pour gangue un fer oxidé argileux, d'un brun rougeâtre, mélangé de gypse très-souvent de la même couleur, et de petits cristaux de quartz aussi d'un rouge brun, à raison du fer oxidé argileux dont ils sont pénétrés. Elles ont aussi été trouvées, en France, dans deux cantons différents, situés sur le revers de la même partie de la chaîne des Pyrénées, l'un à Caupenne, dans les environs de Dax, dans les Landes, et l'autre à Bastanes en Bearn ; et elles paroissent y avoir la même gangue que celle d'Arragon. Celle prismatique simple en

grands cristaux, ainsi que celle pyramidale aigue, se montrent dans les basaltes volcaniques des environs du Puy-de-Dôme, en Auvergne, tel que à Vertaison près du pont-du-château. Elles se montrent de même dans ceux de divers autres cantons, tant de cette même province de France, que de celles du Vélay, du Forez et du Vivarais, où je me rappelle avoir observé autrefois ses cristaux, que je regardois alors comme appartenant à la chaux carbonatée. Ces variétés se montrent aussi dans quelques laves du Vésuve, ainsi que dans plusieurs des roches basaltiques d'Ecosse. La variété prismatique existe souvent, dans les laves et roches basaltiques des cantons qui viennent d'être cités, en grands cristaux, qui quelquefois sont d'une très-belle transparence ; mais celle pyramidale y est, pour l'ordinaire, en fort petits cristaux, groupés en faisceaux divergents, et souvent même à l'état capillaire : elle y est fréquemment prise alors pour appartenir à une variété de quelques-unes des substances zéolites. L'arragonite pyramidale aigue existe en outre dans plusieurs filons, tels que, en Allemagne, ceux des mines de fer de Styrie et de Carinthie, où l'agrégation de ces cristaux pyramidaux forme la variété coralliforme ; ainsi qu'en France, dans ceux de St. Marie aux mines, où la variété coralliforme s'est montrée autrefois. Cette variété pyramidale se trouve de même aussi groupée en rayons divergents, mais non coralliforme, à Marienberg en Saxe, à Sterzing dans le Tyrol, dans la mine de fer de Feydel en Languedoc, dans celle de Rollé près d'Iglo en Hongrie, à Cascatel en Roussillon, où elle a été observée par Mr. Berthollet, dans une gangue de fer oxidé brun, mélangé de chaux carbonatée martiale, et qui probablement appartient à un filon de minérai de fer, et enfin au Pérou, d'où bien certainement sont venus les plus beaux morceaux, et où cette substance paroît encore avoir appartenu de même à quelques filons, et montre quelquefois de petites parties de sa substance colorées en une belle couleur de chair. Elle est aussi citée comme venant de Leogang, dans l'ancien évéché de Saltzbourg, où elle est dite être renfermée dans une gangue argileuse et quartzeuse, mélangée de chaux fluatée, de baryte sulfatée, de pyrites et de chaux carbonatée ordinaire : elle y fait

bien certainement aussi partie d'un filon : je n'ai encore vu aucun morceau venant de ce dernier canton. Nous avons déjà observé plus haut, que la chaux carbonatée ordinaire accompagne souvent l'arragonite de Styrie et de Carinthie.

Ces différentes localités tendent à faire voir que cette substance est du nombre de celles qui, telles que les diverses substances de filons, ont une origine peu reculée, et la doivent à des formations accidentelles, dépendantes de diverses causes locales, sur lesquelles il nous est difficile d'adopter aujourd'hui aucune opinion. Comme toutes les substances particulières aux filons, elle semble indiquer la présence d'un métal plus volontiers que celle d'aucun des autres : on peut voir, en effet, par les différents endroits dans lesquels elle se trouve, qu'elle accompagne assez généralement le minérai de fer oxidé.

DESCRIPTIONS DES VARIÉTÉS DE FORMES CRISTALLINES

DE L'ARRAGONITE.

CRISTAL PRIMITIF.

Pl. 49me

Prisme tétraèdre rhomboïdal droit, dont les côtés se réunissent entre eux sous deux angles de 62°, 58′, et sous deux autres de 117°, 2′, et dont les faces terminales sont des rhombes de même mesure. Les diagonales, a b et c d, de ces plans, sont entre elles, dans le rapport de 8 à 4,9, et les bords longitudinaux a d du prisme, sont à ceux des faces terminales, d'après le nombre qui fixe la longueur des diagonales, dans le rapport de 5,66 à 4,69.*

Ce cristal primitif est très-rare à rencontrer complet et isolé; mais, parmi les agrégations de cette substance, on en observe souvent dans lesquelles il forme, d'une manière très-distincte, les agrégations, en s'isolent même quelquefois à leurs extrémités: les faces placées à l'extérieur, n'ayant éprouvé aucune modification, peuvent alors servir d'indication à l'égard de celles du cristal primitif. J'ai déja dit en posséder de petits cristaux très-parfaits, renfermés dans une cavité d'un fragment de roche basaltique d'Ecosse.

La fig. 2 représente le même prisme alongé parallélement à ses faces terminales, ainsi que cela existe le plus communément dans les agrégations.

* On trouvera à la partie du calcul qui a trait à la détermination des modifications de l'arragonite, et est placé à la suite de celui qui a trait à la chaux carbonatée, la détermination de ce cristal primitif, d'après les données offertes par les cristaux de cette substance.

PREMIÈRE MODIFICATION.

Pl. 49me

Cette modification remplace chacun des angles aigus de 62°, 58′, des faces terminales, par un plan qui fait avec ces mêmes faces un angle de 125°, 15′. Elle est le résultat d'un reculement des lames cristallines, placées sur ces faces, par une seule rangée de molécules, aux angles aigus de ces mêmes faces.

La fig. 3 représente le cristal primitif ayant éprouvé cette modification.

Dans la fig. 4, les nouveaux plans ont fait complettement disparoître les faces terminales du cristal primitif, et se réunissent entre eux, sous un angle de 70°, 32′. Le cristal prend alors l'aspect d'un octaèdre droit, à plans triangulaires, dans chacune des pyramides duquel deux des faces, plus inclinées que les deux autres, se rencontrent sous un angle de 70°, 32′, tandis que les deux autres se rencontrent sous un angle de 62°, 58′. Ces cristaux sont extrêmement rares, isolés, à l'état d'octaèdres parfaits: j'en possédois autrefois un assez beau cristal, dans ma collection: il venoit d'Arragon. Ils se rencontrent plus facilement à l'état d'agrégations: on l'observe quelquefois parmi celles qui viennent, soit d'Arragon, soit du Béarn.

DEUXIÈME MODIFICATION.

Pl. 49me

Cette modification est produite par le remplacement des angles aigus des faces terminales, par un plan qui fait avec elles un angle de 144°, 43′. Elle résulte d'un reculement par deux rangées en largeur, sur une de hauteur, aux angles aigus des mêmes faces.

La fig. 5 réprésente cette modification éprouvée par le cristal primitif, et dans celle, fig. 6, les nouveaux plans ont pris un étendue telle, qu'ils ont presque fait disparoître les faces terminales primitives. Dans celle, fig. 7, ces plans ont fait disparoître totalement les faces terminales du cristal primitif, et se réunissent entre eux sur

les bords de 62°, 58. Le cristal est alors passé à un octaèdre rectangulaire pyramidal, dans lequel deux des faces opposées se rencontrent entre elles, sous un angle de 109°, 24′, et les deux autres, sous un de 62°, 58′. Je possédois autrefois, dans ma collection, ces deux dernières variétés en cristaux isolés et complets. Elles sont beaucoup moins rares formant des agrégations dans lesquelles leur forme est quelquefois parfaitement distincte. Elles viennent toutes, soit d'Arragon, soit du Béarn et des Landes.

Dans la fig. 10, les plans dûs à cette modification, sont combinés avec ceux dûs à la première et avec les plans du cristal primitif. Je possède de petites agrégations, dans lesquelles les cristaux composants, qui sont très-distincts, appartiennent à cette variété: ils viennent d'Arragon.

TROISIÈME MODIFICATION.

Pl. 49me

Cette modification provient du remplacement des angles aigus, des faces terminales du cristal primitif, par un plan qui fait avec elles un angle de 109°, 28′, et est le produit d'un reculement, par une rangée en largeur, sur deux de hauteur, à ces mêmes angles aigus.

La fig. 8 représente le cristal primitif ayant éprouvé cette modification, mais dont les plans n'ont pas pris un accroissement assez considérable, pour faire disparoître les faces terminales du prisme tétraèdre rhomboïdal primitif.

Dans la fig. 9, les nouveaux plans, dûs au reculement, ont pris un accroissement tel, qu'ils ont fait disparoître complettement les faces terminales du cristal primitif, et se réunissent entre eux, sur les bords de 62°, 58′: le cristal est en conséquence devenu un octaèdre rectangulaire très-obtus, ayant deux de ses faces opposées se rencontrant au sommet, sous un angle de 141°, 4′, et les deux autres, sous un de 38°, 56′.

L'agrégation, fig. 13, dont je possède de petits cristaux, appartient, par ses cristaux composants, à la variété représentée sous la fig. 8.

Dans la variété, fig. 10, les plans dûs à cette troisième modification, sont combinés avec ceux de la première, ainsi qu'avec ceux du tétraèdre rhomboïdal primitif, et dans celle, fig. 11, les plans de la 2me modification remplacent ceux de la première. Parmi les petits cristaux agrégés que je possède de cette substance, plusieurs appartiennent à cette variété, par leurs cristaux composants: ils sont tous d'Arragon ou du Béarn, ainsi que tous ceux cités dans cette modification.

AGRÉGATIONS SOUMISES AUX LOIX DE LA CRISTALLISATION.

Ces agrégations donnent naissance à des prismes hexaèdres ; mais comme les cristaux qui les forment sont soumis à deux modes différents de réunion, les prismes résultants sont différents aussi, soit à l'égard de leur formation, soit à l'égard de la mesure de leurs angles : ces agrégations appartiennent, en conséquence, à deux modifications différentes, à l'égard desquelles nous allons entrer dans quelque explications.

QUATRIÈME MODIFICATION.

Pl. 49me et 50me

Dans une de ces formations par agrégations régulières, trois des prismes tétraèdres rhomboïdaux primitifs se réunissent entre eux, par un de leurs bords obtus, ainsi que le représente la fig. 14, qui montre cette réunion sur la face terminale du prisme qui lui appartient. Si chacun de ces prismes étoient de 120°, et 60°, pour la mesure de leurs angles, ainsi que le représentent les lignes ponctuées de cette figure, ils se joindroient très-exactement entre eux, et donneroient naissance à un prisme hexaèdre régulier. Mais ces prismes étant de 117°, 2', et 62°, 58', ils laissent, entre chacun d'eux, un léger espace, et, pour se réunir exactement, ils sont forcés d'éprouver, le long de ceux de leurs côtés destinés à être en contact,

une dépression qui diminue le cristal d'une partie telle, par exemple, que celle c a b ou c a′ b′, égale à celle d c a ou d c a′, moitié de l'espace qui les sépare, partie qui met obstacle à leur réunion, et dont la suppression rend en même temps les angles a b o et a b′ o′ de 120°. Cette diminution, qui, au premier aspect, se présente, soit comme étant l'effet d'une compression, soit comme étant celui d'une pénétration, est en réalité le produit d'un reculement éprouvé, par les lames cristallines, le long de ceux des bords obtus du prisme qui sont destinés à être en contact: car, ainsi que ce fait a déjà été très-bien observé par Mr. l'Abbé Haüy, c'est toujours d'après les loix de la cristallisation que se réunissent les cristaux qui composent les agrégations régulières et constantes qui présentent l'aspect extérieur d'une pénétration. Ici, ce reculement le long d'un seul des bords obtus du prisme, et de chaque côté de ce bord, est intermédiaire, sur la face terminale; il est représenté, ayant atteint ses limites, par les lignes ponctuées de la fig. 15. La nature de ce reculement est telle que, pendant qu'il prend, par sa direction, une seule molécule sur un des bords des faces terminales adjacentes au bord obtus du prisme, il en prend 34 sur l'autre.

Si ce reculement n'a pas atteint ses limites, ainsi que le représente la fig. 16, alors, dans la réunion des prismes qui l'ont éprouvé, pour former celui hexaèdre, il reste aux bords formés par cette réunion, une partie rentrante plus ou moins grande, ainsi que le représente la face terminale de ce prisme, fig. 17. Lorsqu'il a complettement atteint ses limites, ainsi que le représente la fig. 18, le prisme hexaèdre ne montre aucune de ces parties rentrantes, fig. 12 et 18, et dans ce cas, lorsque, ainsi que c'est l'ordinaire, il n'y a eu aucun reculement le long de l'autre bord obtus des prismes composants, il a trois de ses angles de 117°, 2′, et les trois autres de 122°, 58′.

Il est rare que ces agrégations soient, ainsi que dans ce cas, simplement composées de trois cristaux; pour le plus souvent, elles sont dûes à un plus grand nombre. J'ai représenté, sous la fig. 19, celle de ces agrégations qui succède directement à la précédente, et est par conséquent la plus simple après elle: elle est composée de

12 cristaux. J'ai indiqué, par des lignes ponctuées, la dépression, par reculement, que ces divers prismes éprouvent, dans leur réunion. On voit, par cette figure, que les trois prismes qui occupent le centre, et qui appartiennent à l'agrégation précédente, éprouvent, en s'agrégeant de nouveau, un reculement des lames cristallines, de chaque côté de leurs deux autres bords obtus; et que tous les autres, prismes, à l'exception de ceux qui occupent les trois angles de 117°, 2', de celui dû à l'agrégation totale, éprouvent, en s'agrègeant, un reculement dans leurs lames cristallines, de chaque côté d'un de leurs bords obtus, et d'un seul côté seulement, le long de l'autre ; et enfin, que les trois prismes situés aux angles de 117°, 2', et les formant, éprouvent, pour s'agrèger, ce même reculement, de chaque côté d'un de leurs bords obtus seulement. L'agrégation qui suivroit celle là, seroit composée de 27 cristaux : alors les 12, formant l'agrégation précédente, éprouveroient le reculement, de chaque côté de leurs deux bords obtus, et les trois situés aux angles de 117°, 2', ainsi que les autres, seroient, à cet égard, dans le même cas que dans l'agrégation précédente.

On voit en outre, par cette même fig. 19 que, dans ces agrégations très-composées, trois des bords du prisme hexaèdre sont toujours parfaits, tandis que les trois autres peuvent présenter des angles rentrants, et l'on sent que ces mêmes angles rentrants peuvent de même se faire appercevoir, soit au milieu, soit à plusieurs différents endroits des côtés mêmes de ce prisme. On voit aussi combien, pour peu qu'il y ait d'irrégularité dans les reculements éprouvés par les prismes composants, le prisme hexaèdre est exposé à montrer d'irrégularités lui-même : il est très-rare que l'agrégation soit assez parfaite, pour que ce prisme n'en montre aucune.

Si les prismes tétraèdres rhomboïdaux primitifs, qui ont éprouvé le reculement, de chaque côté de leurs deux bords obtus, se montroient isolés, et que ce reculement eût atteint ses limites, les nouveaux prismes auxquels il donneroit naissance, seroient alors de 60° et 120° : d'où l'on sent la possibilité de rencontrer l'arragonite en prisme hexaèdre régulier.

CINQUIÈME MODIFICATION.

Pl. 50me

Il existe un autre ordre, dans l'arrangement des prismes tétraèdres rhomboïdaux entre eux. Dans ce nouvel ordre, indiqué par la fig. 20, quatre de ces prismes s'accollent deux à deux, par un de leurs côtés, de manière à placer à côté l'un de l'autre, deux de leurs bords aigus.

Cette réunion forme, à chacun de ces petits systèmes de deux cristaux, un angle rentrant, suivant lequel ensuite ils se joignent, ainsi que le représente la fig. 20. Leur réunion comprend en conséquence, à son centre, une cavité rhomboïdale dont les angles sont de 125°, 56′, et 54°, 4′, bien différents, par conséquent, de ceux des prismes composants, qui sont de 117°, 2′, et 62°, 58′.

Pour faire disparoître ce vide, ces prismes ont l'air de se pénétrer, par ceux de leurs bords aigus qui aboutissent aux angles, a et c, de la fig. 20, qui représente la face terminale du cristal dû à cette réunion; et cela, de manière à ce que les deux points, d et d′, sommets de l'angle rentrant se confondent en un seul point. Par cette pénétration apparente, les parties a d f, a d′ f′, c d g, c d′ g′, sont supprimées. Le cristal, résultant de cette agrégation, devient donc alors un prisme hexaèdre, dont la fig. 22 montre la face terminale, et dont les deux bords, répondant aux angles, m et n, sont de 117°, 2′, et les quatre autres, de 121°, 29′. Mais cette pénétration apparente est le résultat d'un reculement intermédiaire, fait le long d'un des bords aigus de ces prismes, et d'un seul côté seulement, ainsi que le représente, sous les lettres m a n c s r z t, la fig. 21, dans laquelle ce reculement est supposé avoir atteint ses limites. Il est tel, par sa nature, que, prenant dans sa direction, 5 molécules, sur un des bords des faces terminales, tel que b a, il en prend 11 sur l'autre, tel que b c.

Les prismes hexaèdres dûs à ce mode d'agrégation, ont, pour l'ordinaire, leurs côtés beaucoup plus unis que ceux dûs à celui précédent : on voit qu'en effet les causes qui produisent les inégalités y sont moins multipliées.

Lorsque ces agrégations sont dûes à des prismes tétraèdres rhomboïdaux simples, les prismes hexaèdres qui en résultent, ont leurs faces terminales parfaitement unies ; mais très-fréquemment ces prismes ont éprouvé quelques-unes des 3me, 4me, et 5me modifications : dans ce cas, ces mêmes faces terminales sont couvertes d'aspérités plus ou moins espacées l'une de l'autre, suivant l'étendue des nouvelles faces qui appartiennent à ces modifications. J'ai représenté, sous les fig. 23 et 24, la formation et la face terminale de l'agrégation, dont j'ai dit posséder plusieurs cristaux très-parfaits, et qui est représentée sous la fig. 13 : ses cristaux composants appartiennent à la variété, fig. 8.

Quoique je n'aie encore rien apperçu, dans la variété de l'arragonite qui appartient à la dernière agrégation qui vient d'être décrite, qui m'indiquât pour elle une formation différente de celle que je viens de donner, la nature auroit pu cependant parvenir au même résultat, en employant un autre moyen pour remplir le vide rhomboïdal, d a d′ c, de la fig. 20. C'eût été, en plaçant, dans ce vide, un prisme tétraèdre rhomboïdal, ayant exactement les mêmes dimensions ; et nous avons vu que ses angles sont de 125°, 56′ et 54°, 4′. Or ce prisme seroit produit, d'une manière parfaitement exacte, par une nouvelle modification du cristal primitif, qui dériveroit d'un reculement des lames cristallines, le long et de chaque côté de ses bords aigus, et dont la direction prendroit une molécule, sur un des bords des faces terminales adjacentes à chacun d'eux, et 12 sur l'autre.

Si, dans le reculement qui appartient aux agrégations qui donnent le prisme hexaèdre, fig. 22, et est représenté par la fig. 21, ce reculement avoit lieu, en même temps, aux deux bords aigus, ainsi que le représente cette même figure, et que le représente de même aussi que le plan de la face terminale, fig. 26, le prisme qui en résulteroit, seroit tetraèdre rectangulaire applati, ainsi que le représentent, sur le prisme, fig. 21, les lettres x e n p z r s y, et celles x p n c, sur la face terminale, fig. 26.

Si ce même reculement avoit lieu, en même temps, de chaque côté des mêmes bords aigus, le prisme produit par lui seroit tetraèdre

rhomboïdal de 155°, 56′ et 54°, 4′, ainsi que le représentent, sur la face terminale, fig. 26, les lettres c o p q. Ce prisme auroit donc des dimensions parfaitement semblables à celles du vide de la fig. 20, et la nature auroit, par lui, un second moyen pour remplir ce vide.

Je me suis arrêté quelque temps sur ce mode de formation des agrégations de l'arragonite, par l'acte même des loix de la cristallisation, parce que cette substance est une de celles qui font le mieux voir les ressources que la cristallisation fournit à la nature, dans ce mode de formation.

SIXIÈME MODIFICATION.

Pl. 50me et 51me

Cette 6me modification est produite par le remplacement des bords aigus du prisme tétraèdre rhomboïdal primitif, par un plan, qui fait, avec les côtés adjacents à ces bords, un angle de 127°, 42′, d'un côté, et un autre, de 115°, 16′, de l'autre, fig. 27. Cette modification donne naissance à un prisme hexaèdre, dans lequel deux des bords opposés sont de 117°, 2′, deux des autres, de 127°, 42′, et les deux autres enfin, de 115°, 16′. Elle est le résultat d'un reculement direct, le long des bords aigus du prisme primitif, par 4 rangées en largeur, sur 7 lames de hauteur; et d'un reculement intermédiaire, aux angles aigus qui, tandis qu'il prend, dans sa direction, 7 molécules sur un des côtés adjacents, en prend 8 sur l'autre.

C'est à cette variété qu'appartiennent les prismes hexaèdres d'arragonite qui se montrent, soit dans les Basaltes d'Auvergne, &c. soit dans les roches Basaltiques d'Ecosse, &c.

La variété, fig. 28, est la même, avec un grand accroissement des plans de cette sixième modification. Dans celle, fig. 29, les plans dûs à cette modification sont combinés avec ceux du cristal primitif et ceux de la 1re modification; et dans celle, fig. 30, les plans de la variété, fig. 28, sont combinés avec ceux de la 2me modification. Toutes ces variétés m'ont été fournies par les roches basaltiques d'Ecosse.

SEPTIÈME MODIFICATION.

Pl. 51me

Cette modification est produite par le remplacement des bords des faces terminales, chacun d'eux par un plan qui fait avec elles un angle de 98°, 24′, fig. 31. Ses plans sont le résultat d'un reculement des lames cristallines, le long des mêmes bords, par une rangée en largeur, sur cinq lames de hauteur. J'ai observé le cristal, fig. 31, sur des cristaux d'arragonite renfermés dans un fragment des roches basaltiques d'Ecosse; j'en possède un cristal, qui laisse appercevoir les traces des plans de cette 7me modification, joints à ceux de la première.

Dans la variété, fig. 32, les plans de cette modification sont combinés avec ceux de la 6me: cette variété est aussi d'Ecosse; Je l'ai vue en outre extraite des basaltes d'Auvergne.

Dans celle, fig. 33, les plans dûs à cette 7me modification, dans la variété précédente, ont pris un accroissement tel, qu'ils se rencontrent, au sommet, sous un angle de 16°, 48′. La fig. 34 fait voir cette même variété, suivant un sens différent. La variété, fig. 35, est encore la même, mais très-applatie, par l'accroissement des plans de la sixième modification. Ces variétés ne sont pas très-rares, parmi les cristaux d'arragonite des basaltes d'Auvergne; mais ces cristaux y sont très-fréquemment mal formés.

HUITIÈME MODIFICATION.

Pl. 51me et 52me

Cette modification est produite par le remplacement des angles saillants aigus du prisme tétraèdre rhomboïdal, chacun d'eux par un plan qui fait avec la face terminale, sur laquelle il est placé, un angle de 96°, 43′. Elle est le résultat d'un reculement des lames cristallines, par une rangée en largeur, sur 5 lames de hauteur, aux angles aigus des faces terminales.

La fig. 36 représente les ébauches des plans de cette modification, combinés avec ceux de la 7me et de la sixième, et avec les plans du prisme tétraèdre rhomboïdal primitif, plans sans lesquels je ne l'ai point encore rencontrée. Je ne l'ai point encore trouvée, non plus, d'une manière parfaitement déterminée, avec les plans qui lui appartiennent, ainsi que ceux qui appartiennent à la 7me modification, aussi courts.

Dans la variété, fig. 37, les plans des 7me et 8me modifications ont pris assez d'étendue, pour se réunir entre eux, au sommet du cristal. Ceux de la 7me modification se réunissent alors entre eux, sous un angle de 15°, 44'; mais ceux qui appartiennent à la 8me, se réunissent entre eux, à ce même sommet, sous un angle plus grand, qui est de 17°, 28', ce qui fait que toujours, même lorsque les plans du prisme hexaèdre sont parfaitement égaux, la pyramide hexaèdre très-aigue, produite par la réunion des plans de ces deux modifications, est légèrement cunéiforme. La variété, fig. 39 montre celle précédente très-applatie, ainsi que cela lui arrive le plus communément. Cette variété est assez commune, parmi les cristaux d'arragonite du Pérou; je l'ai aussi assez souvent observée parmi les petits cristaux qui se groupent, à la manière des zéolites, dans les basaltes, &c. ainsi que parmi ceux dont est composée la variété coralliforme de Styrie, Carinthie, &c. Bien souvent elle ne laisse appercevoir que sa pyramide aigue, ainsi que le montre la fig. 38, et il en est de même à l'égard de toutes les variétés suivantes.

Dans les deux variétés, fig. 40 et 41, les plans de la 2me modification viennent en outre se combiner avec les précédents. Et dans celle, fig. 42, ce sont ceux de la 1re et de la seconde: ces deux dernières variétés sont du Pérou.

NEUVIÈME MODIFICATION.

Pl. 52me

Cette 9me modification est produite par le remplacement des bords des faces terminales du prisme tétraèdre rhomboidal primitif, par un plan qui fait, avec ces mêmes faces, un angle de 148°, 24′, et est le produit d'un reculement des lames cristallines, le long de ces mêmes bords, par 11 rangées en largueur, sur 5 lames de hauteur.

La fig. 43 montre cette modification éprouvée par le cristal primitif, combinée avec les plans de la 6me modification, et très-applatie. Dans cette variété, les plans ont pris un accroissement tel, qu'ils se réunissent au sommet, et empiétent les uns sur les autres: l'angle d'incidence qu'ils forment entre eux, est de 116°, 48′. Cette variété m'a été fournie par les cristaux du Pérou. Les cristaux avec prisme hexaèdre, tels que les représente la fig. 44, sont beaucoup plus communs.

Très-fréquemment deux des plans opposés, dûs à cette 9me modification, prennent un accroissement tel, qu'ils font disparoître les deux autres, ainsi que le représentent les fig. 45 et 46. D'autres fois, un seul de ces plans joue le même rôle: fig. 47. Dans la variété, fig. 48, les plans de la seconde modification viennent se réunir à eux, et les plans du prisme, ainsi que ceux de la pyramide, sont respectivement égaux; ce qui est assez rare, ces cristaux ayant une très-grande tendance à être applatis parallèlement aux plans de la sixième modification, lorsqu'ils entrent pour quelque chose dans la formation de leur prisme, applatissement qui souvent est si considérable, qu'alors leur épaisseur surpasse de bien peu celle d'une feuille de papier: cette dernière variété est encore du Pérou; mais il paroit, par une note, insérée dans le No. 103 du Journal des Mines, et placée à la suite du mémoire qui avoit été donné par moi, le 26 May, 1803, à la Société Royale de Londres, sur cette substance, que les cristaux trouvés par Mr. Berthollet, à Cascatel, renferment une grande partie des variétés pyramidales aigues qui viennent d'être décrites.

Les détails que je viens de donner, sur les faits cristallographiques que présente l'arragonite, ainsi que sur les loix auxquelles ils sont soumis, suffisent, je pense, pour faire voir à quel point elle diffère de la chaux carbonatée ordinaire. Un simple coup d'œil, jetté sur les planches qui renferment ses variétés cristallines, doit nécessairement écarter toute idée de rapprochement qu'on pourroit être tenté d'essayer entre ces deux substances, formant, bien certainement, deux espèces totalement différentes. Je suis entré dans ces détails avec d'autant plus d'intérêt, que cette substance est, pour ainsi dire, neuve, et encore fort peu connue. Elle présente en outre, tant à la minéralogie qu'à la chimie, et à la cristallographie, des faits très-piquants, et singulièrement intéressants, que j'étois loin de pouvoir développer, lors du mémoire que je donnai à la Société Royale de Londres, à une époque à laquelle mon attention se fixoit, pour la première fois sur elle. On trouvera d'autres détails, non moins intéressants, sur cette substance, dans la partie du calcul, placés à la suite de celui qui concerne la chaux carbonatée.

OBSERVATIONS SUR L'ARRAGONITE.

Cette substance nous offre un exemple frappant, de la nécessité dans laquelle se trouve souvent le minéralogiste, d'abandonner les moyens chimiques, pour ne consulter que ceux minéralogiques, dans la détermination des espèces.

L'arragonite, analysée par les plus habiles chimistes, ne leur a donné, pour résultat, que de la chaux et de l'acide carbonique ; et cela, absolument dans les mêmes proportions sous lesquelles ces deux mêmes principes sont combinés, dans la chaux carbonatée ordinaire. La chimie ne peut, en conséquence, envisager cette substance que comme une simple variété de la chaux carbonatée. Cependant, tout en la plaçant avec elle, il n'est pas un, des savants chimistes qui s'en soit occupé, qui ne convienne qu'elle diffère totalement, par ses caractères, de tout ce qui à été connu jusqu'ici à l'égard de la chaux carbonatée. Elle est beaucoup plus dure, et sa cassure est totalement différente : elle est aussi très-sensiblement plus pésante ; et, malgré la compacité qu'elle sembleroit, par-là, devoir indiquer, elle m'a toujours paru faire une effervescence plus vive avec les acides, et, à volume égal, s'y dissoudre plus promptement. Enfin la forme de son cristal primitif, ainsi que celles des variétés secondaires auxquelles il passe, sont totalement différentes de ce qui existe, à cet égard, dans la chaux carbonatée.

Si on considère l'arragonite, comme étant absolument de la même nature que la chaux carbonatée ordinaire, l'excès de pésanteur spécifique qu'elle a sur cette dernière substance, ne pourroit être considéré, que comme étant une conséquence de ce que ses molécules intégrantes s'arrangeroient entre elles, de manière à laisser moins de vides dans la masse ; mais, d'un autre côté, la forme constamment différente de son cristal primitif, annonceroit en même temps aussi que cet arrangement y est différent de ce qu'il est dans la chaux

carbonatée ordinaire: de sorte que la diminution des vides de la masse proviendroit alors de cette différence.

Faisant abstraction, pour ce moment, des vides que nous avons vus, § 107 et 145 de l'introduction, devoir exister entre les molécules de la matière, pour que le mouvement de ses parties pût avoir lieu, et qui n'ont aucun rapport direct avec le fait qui nous intéresse à présent, pour ne nous occuper que des intervalles que la structure même des minéraux peut laisser entre leurs molécules intégrantes, nous observerons que, d'après la forme de ces molécules dans la chaux carbonatée, ainsi que d'après la nature de l'attraction qu'elles ont entre elles, dans la formation du cristal primitif et de ses variétés, leur réunion est telle, qu'elles se conviennent exactement, et ne laissent aucun intervalle particulier entre elles. On ne peut donc concevoir, avec les mêmes molécules, soumises aux mêmes loix, la formation d'une masse cristalline quelconque, renfermant, sous un même volume, une plus grande quantité de matière. Il n'existe, en second lieu, dans les loix de cristallisation auxquelles les molécules de la chaux carbonatée sont soumises, aucune possibilité de ramener la forme de son cristal primitif, à celle du cristal qui sert de type à toutes les variétés de l'arragonite : si cela étoit, le clivage l'indiqueroit, tandis qu'il indique le contraire. Les molécules intégrantes de l'arragonite sont donc totalement différentes de celles qui appartiennent à la chaux carbonatée ordinaire : ces deux substances constituent donc deux espèces parfaitement différentes.

Il y a même plus ; on adopteroit que la forme des molécules intégrantes des substances minérales n'est nullement ordonnée par la nature même de la substance, mais un fait purement accidentel et variable, qu'on n'en seroit pas plus avancé. Du moment où il est démontré que, dans la chaux carbonatée ordinaire, où ces molécules se sont montrées jusqu'à ce moment avoir une forme constante, il ne peut, d'après le mode de réunion auquel elles sont soumises, exister aucune séparation entre elles ; quelque soit la forme qu'on veuille supposer à celles de l'arragonite, si elles étoient composées des mêmes principes que celles de la chaux carbonatée ordinaire, et

dans les mêmes proportions, il seroit toujours impossible de parvenir à concevoir, par leur réunion, la formation d'une substance dont la pésanteur spécifique seroit plus considérable. Cet excédent de pésanteur ne pourroit provenir alors, que de l'interposition de parties étrangéres appartenant à une substance dont la pésanteur spécifique seroit plus grande que la sienne, et l'analyse a démontré aussi qu'il n'en existe aucune de cette nature, interposée dans la substance de l'arragonite.

Il n'est donc pas possible au minéralogiste, de considérer l'arragonite comme n'étant qu'une simple variété de la chaux carbonatée ordinaire. L'acide carbonique, ainsi que la chaux, s'y montrent, combinés tous deux dans les mêmes proportions: il est impossible d'en douter, d'après les diverses analyses qui en ont été faites par la chimie; mais il doit bien certainement y exister, en outre, un troisième principe modifiant, qui jusqu'ici aura échappé aux différentes recherches qui ont été faites à cet égard.

Si, par exemple, ce principe étoit du nombre des fluides élémentaires de la nature, tels que le calorique, le fluide de la lumière, celui de l'électricité, &c. &c. il seroit peu étonnant que la chimie n'ait pu en effet parvenir jusqu'ici à le déterminer, n'ayant encore en son pouvoir aucun moyen de se saisir de ces fluides, lorsqu'elle travaille à la décomposition des substances. Il seroit sans doute déplacé de supposer, dans la formation des corps, aucun principe étranger à ceux que la chimie a regardés jusqu'ici comme étant ceux des substances minérales, lorsque ses analyses, donnant des résultats parfaitement d'accords, avec tous ceux que la nature permet au minéralogiste d'observer, concourent unanimement avec ses observations, à la détermination des espèces. Mais lorsque, ainsi que dans le fait dont il est ici question, les observations chimiques, non seulement manquent de cet accord parfait avec celles fournies par la nature, mais sont même, en quelque sorte, en opposition avec elles, l'observateur minéralogiste est nécessairement conduit à attribuer ce manque d'accord, à l'insuffisance des moyens employés par la

chimie, dans l'analyse, et à essayer ensuite s'il ne lui seroit pas possible d'entrevoir la cause de cette insuffisance.

Le minéralogiste est donc forcé, par les principes mêmes de la minéralogie, de séparer l'arragonite de la chaux carbonatée ordinaire, pour en faire une espèce parfaitement distincte.

Mais, sans le secours de la chimie, son travail seroit borné à cette observation: appuyé sur elle, et reconnoissant, par ses analyses, les grands rapports qu'elle a, par sa base, avec la chaux carbonatée, il reconnoit que, pour le moment, et dans l'état actuel de nos connoissances, sa place se trouve fixée, comme espèce de famille, dans le genre auquel appartient la chaux carbonatée.

Ce fait ajoute un exemple de plus, à tous ceux que nous avons déjà donnés, de l'absolue nécessité dont est à l'étude des substances minérales, le concours franc et unanime des travaux du chimiste et du minéralogiste.

Mr. l'Abbé Haüy, en plaçant l'arragonite dans le premier appendice du quatrième volume de sa minéralogie, avoit déjà vu que cette substance différoit essentiellement de la chaux carbonatée, et ne pouvoit être classée avec elle. Il n'avoit pas été à même de pouvoir déterminer la forme exacte de son cristal primitif, qu'on auroit pu facilement présumer être un rhomboïde ainsi que dans la chaux carbonatée. Cette détermination, qu'il m'a été possible de faire avec une exactitude aussi rigoureuse que celle qui a été apportée dans la détermination du cristal primitif de la chaux carbonatée, achève de faire voir la grande différence qui existe entre ces deux substances. Mr. Werner avoit primitivement séparé aussi l'arragonite de la chaux carbonatée ordinaire, et en avoit fait une espèce distincte, dans le genre calcaire.

Cette substance n'a été connue pendant longtemps, que par ceux de ses cristaux renfermés dans une gangue de gypse pour l'ordinaire coloré en un rouge brun, qui nous étoient apportés de l'Arragon, province d'Espagne. Un groupe de cristaux placé au nombre de ceux de chaux carbonatée, dans le superbe cabinet de Mr. Gréville, dont l'ordre et l'arrangement m'étoient alors confiés, m'a fait connoître,

pour la première fois, les variétés pyramidales de l'arragonite, qui, au premier aspect présentoient de si grandes différences d'avec celles de la chaux carbonatée, que je crus, à cette époque devoir en séparer la substance qui les montroit. Ce morceau, dont les cristaux avoient au moins quatre à cinq pouces de longueur, étant trop précieux et trop beau, pour permettre qu'on fît sur lui les cassures nécessaires pour chercher à reconnoitre la direction que pouvoient avoir les joints naturels de ses lames cristallines, j'employai à cet objet de petits fragments d'une variété provenant des mines de fer de Carinthie, et que j'avois reconnue être de la même nature. J'y apperçus la possibilité du clivage, parallélement aux faces longitudinales d'un prisme tétraèdre rhomboïdal, ainsi que dans l'arragonite, et, après beaucoup de difficultés, étant parvenu à en extraire un prisme tetraèdre rhomboïdal d'environ 128° et 52°, dont les faces étoient fort lisses, je fus conduit à le considérer comme son cristal primitif, et à en faire conséquemment une espèce distincte de l'arragonite, dans laquelle ce prisme est de 117°, 2′ et 62°, 58′. J'étois dans cette opinion, lorsque j'ai décrit cette substance, dans un mémoire lu à la Société Royale de Londres, le 26 May de l'année 1803, et inséré dans les Transactions Philosophiques de la même année.

Depuis cette époque, cette substance, ainsi que les cristaux venant d'arragon, ont constamment fixé mon attention, soit à raison de l'intérêt que présente la grande opposition qu'offrent entre eux leurs caractères chimiques et minéralogiques, d'avec ceux offerts par la chaux carbonatée, soit par le désir de voir se réunir en une seule, les deux espèces que j'avois cru devoir en faire, et je n'ai laissé échapper aucune circonstance de celles qui pouvoient me procurer quelques éclaircissements à son égard. De fort beaux cristaux, tirés des basaltes d'Auvergne, et que j'ai dûs à l'amitié de Mr. le Marquis de Drée, ainsi qu'à celle de Mr. Gillet de l'Aumont, d'autres, extraits de quelques roches basaltiques d'Ecosse, et principalement de superbes groupes de cristaux très-transparents et très-brillants de cette même substance, qui viennent du Pérou, et que j'ai

pu me procurer chez Mde. Forster, m'ont enfin permis de pouvoir déterminer, avec une parfaite exactitude, la forme de leur cristal primitif. Par là, j'ai pu reconnoître, que le prisme tétraèdre rhomboïdal, d'environ 128° et 52°, que j'avois obtenu par un acte analogue à celui du clivage, n'étoit qu'une séparation qui s'étoit faite, d'un prisme déja secondaire, au point de la réunion, et que l'arragonite ainsi que cette substance n'étoient qu'une seule et même espèce.

Le développement des faits qui m'ont été fournis par ce travail, prouve, je crois, d'une manière qui ne peut laisser place à aucun doute, le peu de rapport qui existe entre l'arragonite et la chaux carbonatée, ainsi que l'impossibilité absolue de la rapporter à elle. J'eusse bien désiré, en même temps, pouvoir offrir des faits qui pussent être explicatifs, quant à la cause à laquelle doit être rapportée la différence qui existe, entre ces deux substances; mais comment espérer d'y parvenir, après le peu de réussite des efforts faits, à cet égard, par le grand nombre de chimistes célébres qui s'en sont occupés?

PRINCIPES GÉNÉRAUX ET THÉORIE DE LA

CRISTALLISATION

AVEC APPLICATION À LA CHAUX CARBONATÉE.

§ 1. On nomme *cristallographie*, la science qui détermine les formes régulières, qui appartiennent à chacune des substances du règne minéral.

§ 2. Cette science a, pour base, la propriété que partagent les individus de ce règne, avec ceux des deux autres, d'être figurés. En effet, lorsqu'un minéral est à l'état complet de perfection, il a une figure qui lui est particulière, et est connue sous le nom de *cristal*. L'opération, soit naturelle, soit artificielle, par laquelle il parvenir à cet état, est désignée par le nom de *cristallisation*.

§ 3. Il existe cependant une différence essentielle, entre les formes qui appartiennent aux espèces qui composent le règne minéral, et celles qui appartiennent aux espèces qui composent le règne végétal et celui animal : les lignes qui terminent les traits des deux derniers, appartiennent toujours aux lignes courbes, tandis que celles qui terminent les traits des espèces du règne minéral, appartiennent constamment et essentiellement à la ligne droite, lorsqu'il n'y a eu ni trouble, ni irrégularité, dans l'acte de la cristallisation.

§ 4. Les formes qui sont propres au règne minéral, sont, en conséquence, des solides géométriques formés par la rencontre de différents plans, et dont les principaux traits sont déterminés par les inclinaisons respectives de ces mêmes plans entre eux. De là, le grand avantage du calcul et de la géométrie, dans la détermination de ces formes et de leurs diverses modifications, ainsi que dans celle des divers rapports de leurs plans entre eux.

§ 5. Cette science exigeant essentiellement, pour son intelligence, une parfaite connoissance de la nature des différentes molécules qui

concourent à la formation des substances minérales, ainsi que des différents modes d'attraction qui déterminent leur réunion, je diviserai cette théorie de la cristallisation, en quatre parties. La première aura trait à la formation des molécules, ainsi qu'à l'attraction et à ses différents modes ; la seconde, à la cristallisation, en général, considérée indépendamment de ses loix particulières, et aux différents phénomènes qu'elle présente ; la troisième, aux différentes loix auxquelles les molécules cristallines sont soumises, dans la formation des cristaux ; et, pour rendre ces loix plus sensibles et plus faciles à saisir, elles seront données avec application à la chaux carbonatée. La quatrième enfin aura trait à l'application du calcul, à la détermination de ces loix, dans la cristallisation de la chaux carbonatée, ainsi que dans celle de l'arragonite ; chaque substance devant être accompagnée, par la suite, de la même application.

La première partie de cette division appartient, soit à la chimie, soit à la physique. La seconde est en totalité du ressort de la physique. La troisième, ainsi que la quatrième, sont purement géométriques : aussi la cristallographie appartient-elle, par ses principes et par sa marche, à ces quatre sciences réunies.

PREMIÈRE PARTIE.

FORMATION DES MOLÉCULES ET ATTRACTION.

§ 6. Les substances minérales sont divisées en substances élémentaires, en substances principes non élémentaires, et en substances composées.

§ 7. *Les substances élémentaires*, sont celles simples, c'est-à-dire celles qui, à l'origine, ont été créées dans l'état sous lequel elles existent encore aujourd'hui, et à la formation desquelles aucune autre n'a concouru : telles sont l'oxigène, l'hydrogène, le calorique, &c. &c.

§ 8. *Les substances principes non élémentaires*, sont celles qui, quoique formées de la combinaison de deux ou plusieurs substances élémentaires, se combinent de nouveau, soit avec ces dernières substances, soit simplement entre elles, pour donner naissance à la presque totalité des substances minérales : telles sont les terres, les acides, les alcalis, l'eau, &c. &c.

§ 9. *Les substances composées*, sont celles dans la formation desquelles sont entrées, soit celles élémentaires, soit celles principes non élémentaires : parmi elles se rencontre le beaucoup plus grand nombre des substances minérales.

§ 10. Chacune de ces substances a ses molécules propres, et il est fortement à présumer que, dans chacune d'elles aussi, ces molécules sont douées d'une forme constante et déterminée, appartenant à quelques-uns des solides les plus simples de la géométrie.

§ 11. Les molécules des corps sont de deux natures différentes, chacune desquelles est désignée par une expression particulière.

On donne le nom de *molécule constituante*, à la parcelle de matière que l'imagination peut se représenter, comme étant le dernier résultat de la dernière division possible des substances, soit élémentaires, soit principes ; en ajoutant cependant pour ces dernières, sans dénaturer la substance. On leur donne souvent aussi le nom de *molécules composantes*, ainsi que, celui de *molécules élémentaires* ;

mais cette dernière dénomination est très-impropre, pour le plus grand nombre.

§ 12. On désigne sous le nom de *molécule intégrante*, la parcelle de matière que l'imagination peut se représenter, comme étant de même le dernier résultat de la dernière division possible des substances composées, sans altérer en rien leur substance: ainsi la molécule intégrante d'un minéral, est déja composée de la réunion des molécules des substances qui entrent dans sa formation, et cela, suivant différentes proportions.

§ 13. Toutes les substances composées, renferment donc l'une et l'autre de ces deux différentes espèces de molécules: par exemple, dans la chaux carbonatée, d'après les données qui nous sont fournies jusqu'ici par la chimie, la molécule intégrante est un composé de molécules de chaux et d'acide carbonique, dans le rapport d'un 56me de chaux, à un 44me d'acide, ou de 14 à 11. Et la molécule de la chaux, ainsi que celle de l'acide carbonique, en forment les molécules constituantes.

§ 14. Les moyens méchaniques sont très-éloignés de pouvoir parvenir, dans la division des substances, à les amener à ce dernier dégré qui donne leurs molécules intégrantes, et encore moins à celui qui donne leurs molécules constituantes. Mais les moyens chimiques, qui ont pour base l'affinité, dont il sera question dans un moment, y parviennent. Par exemple, dans la dissolution de la chaux carbonatée par l'acide nitrique, cette substance est divisée dans ses molécules constituantes: l'acide carbonique devient libre, et, par la combinaison qu'il contracte de nouveau avec le calorique, se dégage à l'état de gaz, tandis que, devenue libre aussi, la chaux se combine avec l'acide nitrique. Dans la solution du sel marin dans l'eau, ce sel est divisé dans ses molécules intégrantes, chacune de celles que renferme la solution étant encore un composé d'acide muriatique et de soude, ainsi que la masse mise en solution, et dans les mêmes proportions.

§ 15. Lorsque les substances sont divisées dans leurs molécules intégrantes, elles ne peuvent plus être apperçues par le sens de la

vue. C'est ainsi que, dans la solution d'une substance quelconque dans l'eau, ce liquide ne perd rien de sa transparence, et l'œil, même aidé des meilleurs instruments, ne peut, en aucune manière, y discerner les molécules de la substance qui y est en solution. A plus forte raison, doit-on en dire autant des molécules constituantes.

§ 16. Si les substances du règne minéral diffèrent de celles des autres règnes, par la manière dont leurs traits sont terminés, § 3, elles en diffèrent bien davantage encore, par celle dont les molécules intégrantes se réunissent entre elles, pour les former. Dans les animaux et les végétaux, les individus croissent par intussusception, c'est-à-dire par la pénétration de ces mêmes molécules dans leur intérieur: elles y sont portées par des vaisseaux qui y circulent, et y entretiennent une action et un mouvement permanant; aussi, dans une partie du laps de temps qui a été fixé à leur existence, augmentent-ils continuellement en volume, et dans l'autre, en densité et en solidité. Dans les minéraux, il n'existe aucun vaisseau conducteur; leur accroissement se fait par juxta-position des molécules à leur surface; aussi n'a-t-il d'autre durée que celle, souvent instantanée, de leur formation: nul mouvement n'y est entretenu, et, du moment où ils sont formés, ils sont aussi parfaits qu'ils peuvent l'être, et n'éprouvent plus d'autre changement que celui qui est opéré par leur décomposition.

§ 17. La formation des substances minérales simples élémentaires ne pouvant remonter à d'autres causes qu'à celle de la volonté toute puissante du Dieu suprême et bienfaisant, dont sont émanées toutes les causes premières, auxquelles la foiblesse de notre être ne nous permet pas de remonter, nous ne nous en occuperons ici en aucune manière.

§ 18. La formation des substances composées est le résultat d'une loi imprimée à la matière, d'après laquelle les corps sont attirés les uns vers les autres, et tendent, par là, continuellement à la réunion: propriété qui est désignée par le nom général *d'attraction.*

Cette vertu paroit résider principalement dans les diverses molécules des corps; et peut-être l'attraction des grandes masses n'est-elle que le

résultat de l'action composée des diverses attractions qui appartiennent à chacune de leurs molécules.

Elle paroit en outre éprouver des variations, dans les loix auxquelles elle est soumise, suivant que les molécules dans lesquelles elle réside, appartiennent, soit aux substances principes élémentaires ou non élémentaires, soit aux substances composées. Elle varie considérablement aussi en intensité, dans les molécules qui appartiennent à différentes substances.

Cette observation nous met dans le cas de considérer l'attraction, dans les substances minérales, sous deux rapports différents.

§ 19. Premièrement, entre les molécules des substances principes élémentaires et non élémentaires, auxquelles appartiennent celles connues généralement sous le nom de molécules constituantes ou composantes des minéraux. L'attraction entre ces molécules a lieu, soit entre celles d'une même substance, soit entre celles de deux substances différentes, et, dans ces deux cas, elle agit différemment. Dans le premier, elle réunit les molécules les unes aux autres, d'une manière régulière et soumise aux loix de la cristallisation, qui seront décrites cy-après : cette attraction est la même que celle *d'agrégation*, dont il sera bientôt question. Dans le second cas, les molécules se réunissent d'une manière beaucoup plus active : elles se combinent entre elles, suivant des proportions déterminées par leur nature, et souvent modifiées, par la manière dont elles sont elles-mêmes dosées, dans le fluide dans lequel elles se meuvent. La molécule qui résulte de leur combinaison, et qui devient la molécule intégrante d'une nouvelle substance, a une forme déterminée et constante, qui n'appartient à celle d'aucune des molécules combinées, mais est sans-doute ordonnée par elles : cette attraction est connue sous le nom *d'attraction chimique* ou de *composition*. Pour qu'elle puisse avoir lieu, il faut que les molécules soient placées dans un fluide, dans lequel elles puissent se mouvoir, et qu'elles soient, à l'égard les unes des autres, dans la sphère d'activité de leurs attractions, c'est-à-dire, qu'elles soient placées à un des points de la distance jusqu'à laquelle s'étend l'action de leurs attractions respectives. De

leur réunion, suivant différentes proportions, résulte la formation de la molécule intégrante des substances composées.

§ 20. Les molécules intégrantes une fois formées, toute action attractive de leur part sur les molécules analogues à celles qui ont concouru à leur formation, disparoit. L'attraction n'a plus lieu alors qu'entre ces mêmes molécules intégrantes, qui sont toutes égales et semblables entre elles. Cette attraction agit, dans la plupart des corps, de deux manières différentes, et peut-être ne nous manque-t-il que l'observation, pour rendre cette loi générale. Par la première, elles s'arrangent entre elles, soit deux à deux, soit en un plus grand nombre, et forment, par cette réunion, de nouvelles molécules toutes semblables entre elles, mais d'une figure différente de celle des molécules dont elles sont formées, quoique cette figure soit essentiellement ordonnée par la leur. La formation de ces nouvelles molécules n'influe en rien sur la nature de la substance: elle est absolument la même que celle des molécules intégrantes qui entrent dans leurs compositions: elle est formée des mêmes molécules élémentaires, qui y sont dosées de la même manière. Cette attraction, sur laquelle l'attention ne s'est point encore fixée, mériteroit d'être désignée sous un nom particulier: je propose de lui donner celui *d'attraction de détermination*; parce que c'est elle qui détermine la forme des molécules sur lesquelles et avec lesquelles se fait la cristallisation, et, par cette forme, celle du cristal primitif et de toutes les modifications auxquelles il est soumis. Ces molécules formées, l'attraction change de nouveau, et n'a plus lieu qu'entre ces nouvelles molécules. Par elle, ces mêmes molécules se placent les unes à coté des autres, suivant un mode déterminé par les loix de la cristallisation, et donnent naissance à des masses d'un volume plus ou moins considérable, et d'une figure, soit parfaitement semblable à la leur, soit dérivée d'elle, d'après les loix de variations auxquelles cette forme est soumise. Cette attraction porte le nom *d'attraction d'agrégation ou de cristallisation*, et les molécules sur lesquelles elle opère, sont designées sous celui de *molécules de cristallisation*.

§ 21. Ainsi, lors de la formation des substances composées du règne minéral, une combinaison d'un certain nombre de molécules élémentaires ou principes, donne d'abord naissance aux molécules intégrantes de la substance: une réunion de ces mêmes molécules intégrantes entre elles, forme ensuite les molécules de la cristallisation: et enfin, l'agrégation de ces dernières, sous les loix auxquelles leur mode d'attraction est soumis, forme la masse même de la substance. L'attraction qui a présidé à chacune de ces réunions, est telle que, du moment où les molécules qui appartiennent à chacune d'elles, sont dans leur sphère respective d'activité, et jouissent en même temps de leur liberté, ainsi que de la facilité de se mouvoir, cette réunion a toujours lieu.

§ 22. La plus forte de ces attractions est celle de composition: son action est très-puissante, et les molécules sur lesquelles elle agit, se réunissent bien souvent d'une manière très-violente. Sa force est si considérable que, lorsque deux substances d'une nature différente et placées d'une manière convenable, sont telles, que l'une des molécules composantes de l'une de ces deux substances, ait une affinité plus puissante avec une des molécules composantes de l'autre, que celle qui existe entre les molécules mêmes de chacune de ces substances, les deux corps se détruisent. Les molécules qui ont entre elles la plus grande affinité chimique, se séparent des autres pour se réunir, et laissent alors à nud, ou en liberté, les autres molécules de chacune de ces deux substances qui, si elles jouissent d'un dégré suffisant d'affinité entre elles, se réunissent aussi à leur tour, si non, restent à l'état isolé. Cette action, par laquelle une substance enlève à une autre une partie de ses molécules, pour se combiner avec elles, est connue, en chimie, sous le nom de *dissolution*.

Pour qu'une dissolution puisse avoir lieu, il est nécessaire que les molécules de l'une des deux substances, qui agissent l'une sur l'autre, soient à l'état de liquidité ou de fluidité, sous lequel elle porte alors le nom de *dissolvant*. Par là, ces molécules sont à même de se mouvoir facilement, et de se placer plus exactement en contact avec celles du corps à dissoudre. Nous verrons, par la suite, que cet état

de liquidité et de fluidité, des substances dans lesquelles sont renfermées les molécules qui cristallisent, l'un appartenant à l'eau, et l'autre, au calorique, joue un très-grand rôle dans la plupart des faits minéralogiques.

§ 23. Lorsqu'une substance est ainsi dissoute par une autre, à l'état de liquidité, par suite de l'affinité des molécules du dissolvant avec quelques-unes de celles du corps que l'on veut dissoudre, les autres de ses molécules, qui sont alors mises en liberté, se comportent de deux manières différentes : ou elles ont une affinité trés-grande avec le calorique, et alors, en s'unissant à lui, elles se volatilisent : ou, au contraire, elles n'en ont aucune, ou n'en ont qu'une très-foible, et alors, retenues par le liquide, elles se précipitent au fond du dissolvant, en se réunissant entre elles d'une manière irrégulière.

C'est ainsi, par exemple, que lorsque l'on met un fragment de chaux carbonatée dans l'acide nitrique, qui n'est autre chose que de l'eau fortement chargée des molécules de cet acide, les molécules de la chaux carbonatée ayant avec celles de l'acide nitrique une affinité plus grande que celle qui existe entre ces mêmes molécules et celles de l'acide carbonique, le fragment mis en dissolution se détruit : les molécules de chaux s'unissent à celles de l'acide nitrique, et forment une chaux nitratée ; tandis que les molécules de l'acide carbonique, qui ont une grande affinité avec celles du calorique, s'unissent à elles et se volatilisent : le fluide dissolvant ne contient donc plus alors que les molécules qui sont dues à la combinaison de l'acide nitrique avec la chaux carbonatée. Lorsque toutes les molécules de l'acide sont ainsi combinées, la dissolution est dite être à son point *de saturation*. Elle ne renferme plus alors, dans le cas qui vient d'être cité, que des molécules de nitrate de chaux, tenues séparées par des molécules d'eau.

Si on place un alcali, dans cette dissolution, ses molécules ayant plus d'affinité avec celles de l'acide nitrique, que celles de cet acide n'en ont avec la chaux, se combinent avec elles, et laissent alors à nud les molécules de chaux, qui se précipitent sur le fond du vase : cette opération est connue sous le nom de *précipitation*.

§ 24. Dans l'attraction de composition, que nous avons dit exister entre les molécules des substances élémentaires et principes d'une nature différente, il y a, dans la réunion de ces molécules, plus qu'un simple attouchement dû à leur rapprochement : elles se combinent entre elles, suivant des loix qui leur sont propres, et il en résulte une nouvelle molécule figurée, dont la forme est constamment la même, dans les mêmes substances, quelles que soient les circonstances qui aient accompagné leur formation, ainsi que les climats et les lieux particuliers qui les aient vues naître. Il existe un autre genre d'attraction, qui agit de même entre les molécules de substances d'une nature différente, mais qui paroit n'avoir d action qu'entre celles intégrantes. Dans cette attraction, il n'y a plus, entre les molécules, de combinaison qui les réunisse, de manière à produire une molécule de forme nouvelle, elle paroit se borner à un simple rapprochement de ces molécules, qui se placent autour de la réunion d un certain nombre de celles intégrantes de la substance principale ; mais ce rapprochement est, bien certainement, soumis à des loix, et se fait d'une manière régulière, puisqu'il n'occasionne, bien souvent, aucune altération quelconque dans la substance principale. C'est là est, je crois, la manière dont se fait l'interposition de substances étrangères, dans les minéraux, lorsque cette interposition n'altère en rien leur transparence : telle est, par exemple, l'interposition de la magnésie carbonatée, dans la variété de la chaux carbonatée connue sous le nom de chaux carbonatée magnésienne, dans laquelle nombre de cristaux, dont la forme appartient toujours à la chaux carbonatée, sont aussi purs et aussi transparents que pourroient l'être ceux de la chaux carbonatée la plus pure. Ainsi que je viens de le dire, cette attraction est bien certainement soumise à des loix, mais elles sont bien difficiles à saisir. Elles ne paroissent pas être aussi indépendantes des circonstances et de la localité, que celles qui président à la composition et à la cristallisation ; du moins, les substances interposées de cette manière, varient-elles fréquemment, d'après la variation des localités, quant à leur manière d'être dosées ; tandis qu'elles se montrent assez constantes, à cet égard, dans les mêmes cantons.

C'est ainsi que la chaux carbonatée magnésienne d'un pays est bien souvent, soit plus pauvre, soit plus riche, en magnésie, que celle d'un autre. Il en est de même à l'égard de la trémolite, quant à la chaux carbonatée qui y est interposée ; de la chaux carbonatée martiale, quant au fer oxidé, &c. &c.

Les molécules des substances ainsi interposées par le mode d'attraction dont nous nous occupons, sans en connoître encore les loix, ne peuvent être envisagées que comme étant étrangères aux substances qui les renferment. Leur présence n'altère en rien la forme des molécules intégrantes de ces substances : elles ne concourent donc en rien à la formation de ces molécules : elles ne font conséquemment point nombre parmi celles constituantes de ces substances : elles leur sont donc totalement étrangères. Cependant elles me paroissent, bien déterminément, y avoir été introduites et fixées, par suite d'un mode particulier d'attraction, et, comme ce mode a besoin d'un nom particulier pour l'exprimer, je lui donne celui *d'attraction par approche*, dont je m'étois déjà servi, pour désigner celle, de la même nature, qui fixe le calorique autour des molécules intégrantes des substances minérales.

§ 25. Il existe une modification de cette attraction par approche, dans laquelle les molécules de la substance interposée forment une espèce d'athmosphère autour des molécules de toutes les substances, sans déranger en rien la nature des forces suivant lesquelles elles agissent les unes sur les autres. Telle est l'attraction du calorique avec les molécules intégrantes des corps (§ 102 de l'introduction) : telle est aussi l'attraction du fluide électrique avec leurs molécules constituantes (§ 150 introd). L'eau, lorsque ses molécules ne sont pas parties constituantes des corps, et n'y sont qu'interposées, paroit y être fixée par suite d'une attraction semblable. Mais nous parlerons, dans un instant, plus particulièrement du rôle intéressant que ce liquide joue, dans la formation des substances minérales, et principalement dans leur cristallisation.

§ 26. C'est encore, je crois, de la même manière, et par l'acte d'une attraction par approche, que se place, dans les corps du règne

minéral, la matière colorante, lorsque la couleur de ces corps ne dépend, ni de l'introduction de la lumière elle même, ni du simple mode de réflexion de leurs lames. Cette matière colorante ne change de même en aucune manière, la forme des molécules intégrantes de ces corps, et par conséquent la leur même; mais elle change le mode de réflexion des surfaces et par conséquent la couleur du corps.

§ 27. Il ne faut pas confondre cette interposition de molécules étrangéres, par l'attraction par approche, dans les substances minérales, et même dans celles le plus parfaitement cristallisées, dont elles ne trouble pas la transparence, avec une autre interposition accidentelle, par laquelle ces substances étrangères y sont de même placées; dans cette dernière, ces substances ne s'interposent plus à l'état simple de molécules, mais par petites masses. Elles opposent alors un obstacle au libre mouvement de la lumière (§ 128 introd.), et rendent la substance qui les renferme, plus ou moins louche, et souvent même parfaitement opaque. On sent que l'introduction des substances étrangères dans les minéraux, d'après l'une des deux causes qui viennent d'être données, ne met aucun obstacle à ce qu'elles y soient introduites, en même temps aussi, par l'autre cause.

Avant de passer aux détails de la manière dont se fait la cristallisation, ainsi qu'a ceux des différents phénomènes qu'elle présente, nous devons porter encore notre attention sur différents faits, dont la connoissance est absolument nécessaire à leur explication.

§ 28. Tout semble démontrer que les différents phénomènes que présente la cristallisation, ont, pour une de leurs causes principales, l'attraction qu'exerce l'eau sur toutes les molécules des corps du règne minéral, mais principalement sur celles intégrantes; de manière que, lorsque ces molécules sont placées dans ce liquide, elles y sont distribuées, par suite de cette même attraction, d'une manière égale et parfaitement régulière: chacune d'elles y est entourée d'une enveloppe semblable, et plus ou moins épaisse, des molécules de ce liquide, suivant le dégré de force de l'attraction.

Cette propriété de l'eau fait que, dès l'instant qu'elle est en contact avec les molécules intégrantes, en liberté, des diverses substances minérales, elle s'en saisit, et les tient régulièrement espacées dans son sein. Son attraction, sur les molécules intégrantes, est quelquefois même assez forte, ainsi que cela arrive dans la plupart des sels, pour détruire l'adhérence, ou force de cohésion, de ces molécules entre elles. Cette suspension des molécules intégrantes dans l'eau, est connue sous le nom de *solution*.

Nous avons vu que, lorsque les molécules d'un dissolvant quelconque, telles que celles d'un acide, étoient placées dans ce liquide, et y exerçoient leur action sur une substance, en s'emparant de celles de ses molécules constituantes avec lesquelles elles étoient en relation d'affinité, le liquide prenoit alors le nom de dissolution. On sent, d'après ce qui vient d'être dit, qu'en ne faisant attention qu'à l'état dans lequel se présente le liquide, dans une dissolution terminée, ainsi qu'à l'état de ce même liquide dans une solution, ces deux états sont absolument semblables : les deux liquides tiennent suspendues dans leur sein, par leur attraction sur elles, les molécules intégrantes de la substance à laquelle elles doivent donner naissance par leur simple réunion. Mais l'expression de dissolution entraîne avec elle, pour le liquide, l'assurance que l'opération qui a fourni une partie des molécules constituantes, dont celles intégrantes sont composées, a eu lieu dans son sein, au lieu que celle de solution exclut au contraire la formation même des molécules intégrantes, qui alors ont été introduites toutes formées dans le liquide.

Ces deux causes différentes de la présence des molécules intégrantes d'une substance, dans le liquide qui les contient, a donné lieu à deux opinions, différentes aussi, sur l'état dans lequel doit être la substance qui cristallise, ou ses molécules, avant l'acte de la cristallisation.

§ 30. Plusieurs savants minéralogistes et chimistes sont de l'opinion, que la dissolution des substances n'est nullement nécessaire, pour opérer l'acte de la cristallisation. Ils ajoutent que, pour qu'elle ait lieu, il suffit simplement que la division, par quelque moyen

que ce soit, amène les substances à un état de ténuité tel, que leurs parties, ou du moins un grand nombre d'elles, soient réduites à l'état de molécules intégrantes, et de les supposer ensuite placées dans un véhicule, soit liquide, soit fluide, qui puisse leur permettre de se mouvoir et de se rapprocher. Quelques-uns d'eux ont même ajouté, que la dissolution étoit un obstacle à la cristallisation d'une substance de nature déterminée.

§ 31. D'autres savants soutiennent, au contraire, l'obligation d'une dissolution, préalablement à la cristallisation.

Ces deux opinions s'accordent cependant, à admettre comme une condition absolument nécessaire à la cristallisation, que la substance qui cristallise, soit amenée à l'état de division qui la réduit à ses molécules intégrantes, et qu'elle soit placée dans un milieu, dans lequel ces molécules puissent se mouvoir librement. Cette manière d'être, qui est celle que présente toute solution, est en effet la première condition d'absolue nécessité qui doit devancer l'acte de la cristallisation. Je soupçonne fort, que l'on doit attribuer une partie des causes qui peuvent faire varier les opinions à ce sujet, à ce que, jusqu'ici, il n'a pas été fait une distinction suffisante, entre la dissolution et la solution des substances; ce qui, bien souvent, fait confondre ces deux opérations de l'attraction, très-différentes l'une de l'autre, et sur lesquelles on n'a pas encore, ce me semble, fixé assez déterminément l'opinion,

§ 32. Quelques chimistes, du nombre desquels est Mr. Fourcroy, regardent les deux expressions de solution et de dissolution, comme étant synonimes. D'autres, du nombre desquels est Mr. Cadet, dans son Dictionaire de Chimie, les regardent comme désignant deux actions différentes; mais ils considérent en même temps la solution comme une simple opération méchanique, qui agit sur l'affinité d'agrégation, et non sur celle de composition.

§ 33. Pour pouvoir prendre un parti entre ces deux opinions, il faut se représenter, que le véritable but de la nature, en combinant, par la dissolution, les molécules constituantes des corps, est de donner naissance aux molécules intégrantes de nouveaux corps, et, par

là, varier les substances. Pour cet effet, après avoir donné aux molécules constituantes des minéraux, une force attractive qui les oblige de se réunir entre elles, elle a donné aux molécules intégrantes, résultat de leurs combinaisons, une force attractive d'un autre genre, sur celles de l'eau. Cette force les fait environner par celles de ce fluide, et les fixe, dans son sein, à des places déterminées par cette même attraction ; ce qui les espace également les unes des autres. Cela posé, la dissolution, ainsi que j'ai déja dit, est l'opération préparatoire qui détermine la forme et la nature des molécules intégrantes des substances ; et la solution est l'opération par laquelle une autre mode d'attraction, distribue ces molécules dans le liquide, ou le fluide, qui leur sert alors de milieu, et où elles n'attendent que l'évaporation d'une partie du fluide, pour, en se rapprochant, se trouver dans leur sphère d'affinité d'agrégation, ou de cristallisation, et enfin cristalliser. Il est bien vrai, que les molécules intégrantes étant une fois formées, par l'acte de la dissolution, et que, celles des molécules composantes du corps dissous qui n'ont pas été employées à cette formation, et ont été mises en liberté, etant évaporées ou précipitées, et le liquide décanté, le fluide dissolvant ne présente plus qu'une véritable solution de parties intégrantes ; mais alors le mot de dissolution, dont on se sert, est destiné à exprimer l'opération qui a fait parvenir le liquide à cet état. Ainsi, par l'expression de *dissolution d'un carbonate de chaux, dans l'acide nitrique*, je conçois une solution de nitrate de chaux, qui a été produite par l'action attractive des molécules de l'acide nitrique, sur celle de la chaux ; action qui a détruit la composition du carbonate de chaux, en enlevant celles de ses molécules constituantes qui appartenoient à la chaux, pour les combiner avec les molécules de l'acide nitrique, et a laissé alors en liberté celles qui appartenoient à l'acide carbonique ; tandis que, par l'expression de *solution de sel marin*, je conçois simplement une eau chargée des molécules intégrantes de ce sel, soit que cette eau, dont l'attraction, sur les molécules intégrantes du sel marin, est assez forte pour s'en emparer, en détruisant la cohésion, s'en soit chargée de cette

manière, soit que, par un événement quelconque, elle ait trouvé ce sel tout désintégré, et ses molécules en liberté. Par l'expression enfin de *solution de carbonate de chaux*, on doit se représenter, que l'affinité des molécules de l'eau, sur celles intégrantes de la chaux carbonatée, n'étant pas assez forte pour vaincre l'adhésion de ses molécules entre elles, une eau ayant, par circonstance, rencontré dans son cours, des parties de cette substance dans un état de désintégration très-avancée, a complettée cette désintégration, en s'emparant de ses molécules intégrantes.

§ 34. Mais regarder la solution des substances minérales, et, par exemple, celle du sel marin par l'eau, comme une opération purement méchanique, est, je crois, une des plus grandes erreurs qui puissent être commises en minéralogie, ainsi qu'en chimie. Plusieurs savants d'un très-grand mérite partagent cependant cette opinion avec Mr. Cadet, et, entre autres, le célèbre Dolomieux l'avoit adoptée; ce qui paroit provenir de ce que l'action que l'eau exerce dans la nature, n'a pas été envisagée jusqu'ici dans toute sa latitude.

L'eau agit, à quelques égards, sur les molécules du sel marin que nous avons pris pour exemple, ainsi que l'acide nitrique agit sur celles de la chaux, partie constituante de la chaux carbonatée. L'une et l'autre, par suite d'une action attractive, détache de la substance sur laquelle elle agit, les molécules sur lesquelles porte cette attraction, pour s'unir à elles; mais, dans le sel marin, cette attraction porte sur les molécules intégrantes seulement, tandis que, dans la chaux carbonatée, elle porte sur les molécules constituantes.

Si ces molécules n'étoient renfermées dans l'eau que d'une manière méchanique, du moment même où elles y seroient placées, entrainées par leur gravité spécifique, elles se précipiteroient, et, si alors elles se réunissoient entre elles, elles le feroient d'une manière confuse et irrégulière. Mais, dans tous les cas, ces mêmes molécules n'étant rétenues, à leurs places, par aucune force qui les fixe à distance, elles devroient toujours se réunir très-promptement et se précipiter, quoiqu'il n'arrivât aucun changement quelconque, au liquide dans lequel elles seroient placées. Quels sont au contraire les phénomènes que nous

font voir les solutions, si principalement elles sont encore à quelque distance de leur point de saturation? du moment où elles existent, il ne se fait aucune précipitation, et par conséquent aucune cristallisation, que le liquide n'ait éprouvé une évaporation qui mette les molécules intégrantes qu'il renferme, dans le cas de se rapprocher peu à peu, en finissant par se trouver dans la sphère de leur attraction respective. Mais si, au lieu de procurer ce rapprochement, par l'évaporation du liquide, on maintient ces molécules à la même distance, et dans un même équilibre d'action, en mettant obstacle à l'évaporation, il n'y aura ni précipitation, ni cristallisation. Tout tend donc à prouver que, dans les solutions, les molécules intégrantes des substances sont, en réalité, retenues à leur place, par l'attraction des molécules d'eau sur elles; et que, tant qu'il n'arrive aucun changement au liquide, cette attraction y maintient un équilibre parfait, qui ne peut être détruit que, soit par un grand mouvement communiqué au liquide, soit par la diminution de sa masse. Nous verrons aussi, par la suite, que l'observation de la nature nous met dans le cas de présumer fortement que cette attraction de l'eau existe, avec une action plus ou moins forte, à l'égard de toutes les molécules intégrantes des substances du règne minéral.

§ 35. On sent, d'après ces considérations, que toutes les circonstances qui ont pu mettre l'eau dans le cas de se charger, sous un volume considérable, des molécules intégrantes des substances minérales, ont dû la mettre à même de transporter et déposer les mêmes molécules, et de donner, par là, naissance à de nouvelles formations. C'est, je crois, ce qui est arrivé fréquemment autrefois dans la nature, où la formation d'un grand nombre de substances, telles que celles qui appartiennent aux couches, fissures, filons, &c. me paroît n'avoir eu d'autres causes qu'un transport, par solution, des molécules intégrantes dont elles sont composées. C'est aussi ce qui arrive encore journellement, mais d'une manière moins frappante et moins abondante.

§ 36. Mais quelle pourroit être la cause qui auroit ainsi préparé ces formations, en mettant à nud, ou plutôt en préparant fortement,

la séparation du grand nombre de molécules intégrantes, dont il falloit que les eaux fussent chargées, à cette époque, et quelle est celle qui peut encore présider aujourd'hui aux formations partielles qui ont lieu? on ne peut guères en entrevoir que deux, la trituration et la désintégration.

§ 37. Le seul moyen de trituration que peut employer la nature, sur les substances minérales et leurs fragments, est le frottement. On ne peut, ce me semble, penser en aucune manière, que ce moyen puisse être suffisant, pour réduire les substances à leurs molécules intégrantes, état de division dont l'esprit a peine à se faire une idée, et qui est tel, que le fluide le plus chargé de ses parties n'en éprouve aucun changement, soit dans son aspect extérieur, soit même dans sa transparence. Il faut, bien certainement, pour parvenir à cette division, l'emploi d'un moyen plus puissant, plus délicat, et dont l'action puisse avoir un effet plus direct sur ces molécules.

§ 38. Nous avons vu, dans l'introduction, à l'article du calorique, (§ 101 et suivants), qu'il est aussi parfaitement démontré qu'un fait de cette nature peut l'être, que les molécules intégrantes des corps ne sont pas en un contact immédiat, mais qu'elles sont séparées par le calorique, placé autour de chacune d'elles par suite de son action attractive sur elles: action que nous avons nommée *attraction par approche*. Nous avons vu aussi, que cette attraction éprouve des variations, par suite de celles qui arrivent dans le mouvement des molécules du calorique, ou changement de température. Nous avons vu enfin, qu'en outre de ce calorique, alors fixé par attraction autour des molécules intégrantes, et n'indiquant son existence, par la sensation de la chaleur, que lorsqu'il est de nouveau rendu à l'état de liberté, il s'interpose encore, entre les mêmes molécules intégrantes, et par l'action seule de la tendance à l'équilibre, une quantité plus ou moins considérable de calorique libre. Ces deux opérations ne peuvent avoir lieu, par suite d'une élévation de température dans les corps, sans qu'il ne s'ensuive un écartement plus ou moins considérable de leurs molécules intégrantes; mais, la température abaissée, et la masse du calorique en même temps diminuée, l'attraction entre

les molécules intégrantes, qui les feroit se joindre sous un contact immédiat, si elles n'en étoient habituellement empêchées par le calorique, les fait se rapprocher. Lorsque les corps sont exposés à recevoir, perpétuellement ainsi, l'impression du changement de température, ils sont soumis en même temps à l'action d'une alternative, souvent répétée, d'humidité et de sécheresse. Il arrive alors tout naturellement que, dans un des plus grands écartements que l'action du calorique fasse éprouver aux molécules intégrantes des substances minérales, quelques molécules d'eau parviennent aussi à se placer entre elles. Dans ce cas, l'attraction qu'elles ont avec les premières, les y retiennent fixées, lorsque la température baisse : alors les molécules intégrantes ne peuvent plus se replacer à la distance où, sans cette interposition, elles se seroient remises. Ce premier acte est en même temps le premier dégré de la désintégration qui, de ce moment, à mesure que les mêmes circonstances renaissent, va progressivement en augmentant, jusqu'à ce que, les molécules intégrantes étant tellement écartées les unes des autres, qu'elles se trouvent respectivement au delà de la sphère d'activité de leur attraction, leur désintégration soit complettement opérée. Cette altération commence toujours dans celles des parties des substances minérales qui sont le plus exposées aux influences directes des variations de l'athmosphère ; et, conséquemment, à leur surface extérieure, d'où elle s'avance ensuite progressivement jusqu'à leur centre. Cependant, soit qu'un reste d'attraction retienne les molécules intégrantes à une distance respective, qui maintienne encore légèrement la solidité, et, avec elle, la forme extérieure, il est rare que les minéraux éprouvent cette désintégration, d'une manière aussi complette. Lorsque cela arrive, comme ce ne peut être que progressivement, de la surface au centre, le corps doit diminuer peu à peu de volume, par la séparation successive des molécules intégrantes amenées à l'état de liberté, et finir par disparoître tout-à-fait. D'ailleurs les molécules ne peuvent, en aucun cas, rester à leur même place : n'y étant plus retenues par aucune attraction, comme elles fixent toujours, autour d'elles, une athmosphère plus ou moins considérable de calorique, l'excès de

légéreté qu'elles acquièrent par là, les fait s'élever dans l'athmosphère, où, tant qu'elles y restent au même état de molécules intégrantes, et à un écartement qui ne leur permet pas de se rapprocher, elles sont parfaitement indiscernables à notre vue, et insaisissables par aucun de nos instruments. Telle est la cause de la volatilité de toutes les substances, volatilité dont les minéraux eux mêmes ne sont pas exceptés. On sent, d'après ce qui a été dit, que leur disposition à cette volatilisation doit être d'autant plus grande, que leur attraction avec le calorique est plus considérable.

§ 39. Qu'on se représente maintenant, les eaux pluviales lavant la surface des substances minérales les plus exposées à la désintégration, et pénétrant à travers les terres, les fentes, fissures et autres vides que peuvent présenter les roches ; on sentira que ces mêmes eaux qui, conjointement avec les variations de la température, sont les premières causes de ce mouvement de désintégration des minéraux, seront aussi celles de leur désintégration complette. L'attraction de leurs molécules, trop foible pour exercer aucune action sensible sur celles intégrantes des minéraux, ne peut rien sur eux tant qu'ils sont à l'état d'intégrité ; mais dans celui de leur désintégration, quoique incomplette, la force attractive de ces molécules entre elles, diminuant par leur écartement, doit nécessairement arriver à un point tel, qu'elles sont alors dans le cas de céder à l'attraction de l'eau sur elles : par là, la désintégration des minéraux s'achève, l'eau se saisit de leurs molécules intégrantes, et les tient suspendues dans son sein.

L'eau ainsi chargée des molécules intégrantes des substances minérales, les charie, et les dépose à l'état cristallin, partout où elle peut parvenir et pénétrer. C'est ainsi que, étant parvenue dans les vides connus sous les noms de fissures et de filons, elle les a remplis de substances étrangères à celle des masses dans lesquelles ils sont situés. C'est ainsi encore que, ayant pénétré à travers la texture lâche des masses sableuses, elle a contribué à leur solidification, en remplissant leurs interstices d'une substance étrangère, pour l'ordinaire à l'état cristallin, et les a constituées à

l'état de grès. C'est aussi dans ce même état que, filtrant à travers les masses qui recouvrent des cavernes ou autres cavités, à la voute desquelles elle ne parvient qu'en petite quantité, et ne s'en détachent qu'en s'écoulant, pour ainsi dire, goute par goute, elle donne naissance aux stalactites, stalagmites, &c. &c.

§ 40. On doit, d'après cela, rapporter aux molécules intégrantes de la chaux carbonatée, tenues en solution dans l'eau, la vertu des eaux calcaires incrustantes, dont on connoit un grand nombre d'exemples, dans différents pays, et qui en sont quelquefois tellement chargées, que très-peu de temps suffit pour incruster les corps qui sont plongés dans leur sein. Dans ces eaux, le mouvement, en rapprochant continuellement les molécules, concourt bien certainement à leur réunion ainsi qu'à leur précipitation; mais en même temps il s'oppose à toute cristallisation régulière: de sorte, que ces incrustations appartiennent toujours à la cristallisation indéterminée, et sont souvent salies par de l'argile, &c. tenue en division dans les mêmes eaux.

Je sai qu'il a été dit, que, dans les eaux calcaires incrustantes, la chaux carbonatée étoit tenue en dissolution, par un excès d'acide carbonique contenu dans ces mêmes eaux; et que, lorsque cet excès d'acide se dégageoit, la chaux carbonatée se précipitoit: il y auroit donc, dans ces eaux, une véritable dissolution de la chaux carbonatée par l'acide carbonique, et par conséquent, combinaison d'un excès d'acide carbonique avec les molécules de la chaux carbonatée. Ainsi ces eaux seroient chargées, non des molécules intégrantes de la chaux carbonatée, mais de celles d'une nouvelle substance, composée de même de chaux et d'acide carbonique, mais dans laquelle l'acide seroit en plus forte dose que dans la chaux carbonatée. Cependant nous ne connoissons pas cette chaux carbonatée avec augmentation d'acide, et lorsque ces eaux précipitent celle qu'elles renferment, c'est toujours à l'état de chaux carbonatée ordinaire. Cette précipitation se fait, dit-on, par le dégagement de l'excès d'acide contenu dans la masse des eaux, et lorsqu'on veut la hâter, on y parvient facilement en faisant bouillir ces mêmes eaux: l'excès d'acide s'évapore, et la chaux carbonatée simple se précipite. De quelle

nature est donc la combinaison que cet excès d'acide contracte avec la chaux carbonatée, pour que la décomposition s'en fasse avec une si grande facilité, qu'il nous soit impossible de l'obtenir sous cet état ? il me semble que cette combinaison ne peut pas être supposée. Dans ce cas, l'excès d'acide seroit nécessairement en liberté dans ces eaux, et elles devroient être acides ; cependant toutes celles incrustantes que j'ai essayées, m'ont toujours fait appercevoir une fadeur désagréable.

Il n'y a donc aucune dissolution de la chaux carbonatée par l'acide carbonique, du moins dans la plupart des eaux incrustantes, et par conséquent point de formation d'une nouvelle substance : les molécules intégrantes de chaux carbonatée y ont été placées telles qu'elles y existent, et cela, par l'effet d'une simple désintégration antérieure, et la simple attraction de l'eau sur les molécules désintégrées. Il est cependant possible que la présence de l'acide carbonique se montre quelquefois dans ces mêmes eaux, et qu'alors il aide à la désintégration de la chaux carbonatée ; mais je ne crois cette présence, ni ordinaire, ni nécessaire.

On connoit d'ailleurs des pierres qui, telles que le gypse, sont légérement solubles dans l'eau. L'insolubilité des substances minérales dans ce fluide, est une expression par laquelle on doit concevoir la simple résistance que leurs molécules intégrantes présentent à l'action attractive exercée sur elles par les molécules de l'eau, résistance qui provient de ce que la force attractive des molécules intégrantes de ces pierres entre elles, est plus forte que celle exercée sur elles par les molécules de l'eau. Mais cette cause de résistance à leur réunion, diminue à mesure que la désintégration de ces pierres augmente, et devient nulle, lorsqu'elle est terminée.

§ 41. On a cherché en vain, et pendant très-longtemps, quel pouvoit avoir été, dans la nature, le dissolvant du quartz. Sa connoissance paroissoit devoir être nécessaire, pour pouvoir se rendre raison de la formation des cristaux de cette substance, de ceux surtout dont l'origine paroît être très-récente ; pour expliquer la formation des stalactites quartzeuses, telles que, par exemple, de celles

trouvées, par Mr. Thompson, parmi les produits volcaniques du Vésuve; ainsi que la cause de certains dépôts quartzeux, tels que ceux du Reikum, en Islande, &c. &c. Le quartz, comme toutes les autres substances minérales, et par suite de la même raison et des mêmes causes, est sujet à la désintégration: j'ai souvent rencontré, parmi les granits formant le lit de ces petits ruisseaux accidentels, qui servent à l'écoulement des eaux pluviales, et qui sont par conséquent exposés à des alternatives fréquentes d'humidité et de sécheresse, les grains de quartz dans un tel état de désintégration que, surtout étant humectés, ils s'écrasoient aussi facilement, entre les doigts, que l'auroit pu faire l'argile dans le même cas, et sans laisser la sensation d'aucune aspérité. Je crois donc que, au lieu de chercher, pour le quartz un dissolvant direct, dans la nature, où il paroit ne pas exister, afin de parvenir à pouvoir se rendre raison des formations dont je viens de parler, il suffit de chercher le solvant qui a pu servir de réceptacle à ses molécules désintégrées, et les charier ensuite, partout où il s'en montre aujourd'hui quelque trace; et ce solvant, tout me paroît démontrer que c'est l'eau.

§ 42. La décomposition est aussi un des moyens que doit avoir employé la nature, pour fournir aux nouvelles substances qui se sont formées, les molécules intégrantes des substances principes, qui sont devenues alors celles constituantes de ces nouvelles substances, et, ce moyen, elle peut et doit même l'employer encore aujourd'hui, dans quelques circonstances locales et particulières; mais cette décomposition est toujours produite alors, par une véritable dissolution, procurée par l'action attractive des molécules du dissolvant, soit liquide, soit fluide, sur celles d'une substance quelconque, avec lesquelles elles sont en affinité, et est suivie de la formation des molécules intégrantes d'une nouvelle substance. Il est probable qu'alors un premier mouvement de désintégration prépare, et aide ensuite considérablement cette décomposition, en procurant au dissolvant une plus grande facilité à pénétrer la substance, et attaquer plus directement ses molécules, par l'action attractive des siennes.

§ 43. A l'époque première, lorsque la surface des roches qui composent la partie solide de notre globe, a été peu à peu mise à découvert, par la diminution de la masse des eaux dans lesquelles cette charpente pierreuse avoit été formée ; à cette époque, où cette surface n'étoit pas encore recouverte par les terres et les végétaux, qui sont venus depuis la mettre à l'abri de l'action désintégrante des variations, dans la température, l'humidité et la sécheresse de l'athmosphère, et où ces roches étoient encore plus ou moins pénétrées du liquide dans lequel elles s'étoient formées, elles devoient offrir infiniment plus de facilité à la désintégration, qu'elles n'en présentent aujourd'hui. Les pluies fréquentes et très-considérables, que devoit alors occasionner la grande abondance d'eau dont la terre étoit encore couverte, présentoient aussi une occasion de transport plus fréquente et plus facile. C'est à cette époque que les couches métalliques ont dû se former, et que les fentes et filons doivent s'être remplis. La disparition d'une partie de ces causes de la désintégration, et la grande diminution des autres, a du rendre ces nouvelles formations beaucoup plus rares, et elles ne sont plus, en conséquence maintenant, que des événements purement locaux : telle est par exemple. aujourd'hui, la formation des stalactites, &c.

§ 44. Dans les différentes précipitations, qui ont lieu par suite des diverses solutions dans l'eau, le résultat est pour l'ordinaire de la même nature que les substances qui, par leur désintégration, ont fourni les molécules intégrantes contenues dans la solution. On sent cependant qu'il a dû, et cela principalement dans les premiers temps, exister telles circonstances dans lesquelles les eaux de différents courants, ou d'infiltrations, arrivant à un même point, quelques-unes d'elles pouvoient renfermer les molécules intégrantes de quelques-unes des substances principes. Il aura dû alors se former de nouvelles substances, dans les eaux de réunion, par la combinaison des molécules des substances principes, avec quelques-unes de celles dont étoient composées les molécules intégrantes contenues dans ces mêmes eaux. C'est de cette manière que la nature peut se présenter à notre imagination, comme un vaste laboratoire chimique où, suivant les

circonstances, il a pu autrefois se former de nouvelles combinaisons, et par conséquent de nouvelles substances; et rien, ce me semble, ne s'oppose à ce qu'il ne puisse encore s'y en former aujourd'hui. Cependant ces circonstances, infiniment moins favorables qu'elles n'étoient à l'époque première dont nous venons de parler, doivent rendre maintenant ces formations très-rares.

Une autre raison qui fait encore différer quelquefois la substance précipitée d'une solution, de celle à laquelle appartenoit les molécules intégrantes qu'elle renferme, est que, lorsque ces molécules ont avec celles de l'eau, une attraction telle, que ces dernières entrent en combinaison avec elles: il en résulte alors la formation de nouvelles molécules intégrantes, et la substance à laquelle elles appartiennent, est un véritable hydrate de celle à laquelle appartenoient les molécules intégrantes introduites d'abord dans la solution. Ces hydrates, surtout parmi les substances dites renfermer beaucoup d'eau de cristallisation, sont beaucoup plus communs qu'on ne l'a pensé jusqu'ici: l'observation en a déjà fait reconnoître plusieurs, elle ajoutera probablement, par la suite, à leur nombre.

§ 45. Portant maintenant notre attention sur la manière dont le calorique agit sur les substances minérales, il me semble qu'on est forcé de reconnoître, qu'aux modifications près qui y sont apportées par la ténuité, la légéreté et la mobilité des molécules de ce fluide, son action sur elles a beaucoup de rapport avec celle de l'eau. Comme elle, il paroit avoir une attraction déterminée avec les molécules intégrantes de ces substances, pouvoir s'en charger, et pour ainsi dire même s'en saturer; les maintenir à distance les unes des autres; les charier de même sous cet état; et ensuite, par son évaporation, permettre leur rapprochement, leur réunion, et fort souvent même leur cristallisation. C'est ce qu'il me semble exister dans la *volatilisation* et la *sublimation*.

Ainsi que l'eau, le calorique me paroit avoir une attraction plus puissante avec les molécules intégrantes de certaines substances minérales, qu'avec celles des autres, et produire en conséquence plus promptement leur désintégration. Il me paroit, par exemple, agir

sur la plupart des métaux, de la même manière que l'eau agit sur les sels. La fusion de ces mêmes métaux n'est pour moi qu'une solution de leurs molécules intégrantes dans le calorique. Aussi la dissipation ou évaporation de ce fluide, en permettant le rapprochement des molécules intégrantes, rend-il aux métaux leur premier état; et, lorsqu'on ralentit cette évaporation, ces molécules acquièrent-elles bien souvent, par la régularité avec laquelle se fait leur rapprochement, la propriété de cristalliser.

§ 46. Comme l'eau aussi, tandis que l'attraction du calorique est suffisante pour vaincre, dans plusieurs substances, celle qui réunit les molécules intégrantes, et constitue la force de cohésion, il en est nombre d'autres sur lesquelles il ne peut opérer cet effet. Mais comme elle encore, lorsqu'il rencontre ces mêmes substances amenées, par quelque moyen que ce soit, à l'état de molécules intégrantes, ou voisines de cet état, la résistance à son attraction étant alors très-affoiblie, ou même annulée, il s'en charge, et les entraîne avec lui.

§ 47. Nous avons vu, § 115 de l'introduction, qu'il paroissoit vraisemblable encore, que, comme l'eau, le calorique jouit aussi de la propriété de se combiner avec les molécules des corps, et de former avec elles, de nouveaux composés connus sous le nom de *vitrifications*. Nous avons vu aussi, qu'il ne peut jouir de la propriété attractive qui produit cette combinaison, que lorsqu'un trés-grand mouvement lui a été communiqué. De sorte qu'en détruisant cette combinaison, par une nouvelle fusion, et ramenant de nouveau les molécules intégrantes premières à l'état de solution dans le calorique, si on fait éprouver à la fusion un refroidissement lent et gradué, on peut prévenir une nouvelle combinaison du calorique, et ramener la substance à l'état, soit pierreux, soit métallique qui lui est propre; ou du moins à un état qui en soit plus ou moins rapproché.

Cette combinaison du calorique, dans la vitrification, présente cependant un fait qui mérite d'être remarqué. L'attraction qui procure cette combinaison agit, non sur les molécules constituantes de la substance destinée à être vitrifiée, mais sur la combinaison de ses

molécules c'est-a-dire, sur celles intégrantes. En effet, en exposant à la vitrification un minéral composé, ce n'est point telle ou telle molécule composante de ce minéral qui se combine avec celles du calorique, c'est la collection entière de celles intégrantes, ou la masse de la substance.

Il arrive fréquemment aussi, que l'attraction exercée par le calorique n'étant pas assez puissante, sur les molécules intégrantes d'une substance, pour vaincre celle qu'elles exercent entre elles, désintégrer par là la substance, et se combiner avec ses molécules intégrantes, lorsque cette substance est à l'état parfait de pureté, acquiert cette propriété, par l'intermède d'une substance étrangère, soit que cette substance ait été naturellement interposée dans la première, soit que le mêlange ait été fait artificiellement. Probablement que la cause qui détermine alors la fusion et la vitrification, provient d'une réunion des forces attractives des deux substances, d'où résulte une action plus puissante sur le corps qui lui est éxposé. Ce fait est parfaitement analogue à ce qui se passe journellement en chimie, et y est connu sous le nom *d'affinité double*, où une substance qui, par exemple, étant placée dans un acide, qui ne lui fait éprouver aucune altération, y devient cependant dissoluble par l'addition d'une troisième substance qui, elle même, à l'état isolé, n'exerceroit aucune action sur elle.

SECONDE PARTIE.

OBSERVATIONS SUR LA

CRISTALLISATION EN GÉNÉRAL

CONSIDERÉE INDÉPENDAMMENT DE SES LOIX.

§ 48. Nous avons dit que c'est du moment seulement où les molécules des corps sont amenées à l'état de molécules intégrantes, qu'elles jouissent entre elles, d'abord de l'attraction de détermination, qui donne naissance à la molécule d'agrégation, ou cristal primitif, et ensuite de l'attraction de cristallisation. Comme il est indifférent à l'acte même de la cristallisation, que les molécules intégrantes des corps aient été amenées à cet état, soit par dissolution, soit par simple solution ou désintégration, nous choisirons, pour expliquer cette opération intéressante de la nature, la désintégration des sels solubles dans l'eau, à raison de la grande facilité avec laquelle on obtient une solution plus ou moins saturée de ces sels, ainsi que de celle que l'on a de les faire ensuite cristalliser, et de suivre avec attention les différents modes et progrés de cette opération. Dans les divers détails dans lesquels nous allons entrer à cet égard, nous ne nous occuperons pas séparément des deux différentes réunions pour le plus souvent nécessaires entre les molécules, pour produire la cristallisation, § 19 et 20; il y sera toujours question d'elles collectivement.

§ 49. Supposons une dissolution d'un de ces sels, à l'état de saturation parfaite. Dans ce cas, les molécules d'eau sont tellement fixées, par leur attraction avec celles intégrantes du sel, qu'il ne reste de libre dans la solution, aucune molécule de ces deux substances: et pour que cela soit ainsi, il faut que l'attraction de l'eau ne puisse s'exercer sur un plus grand nombre de molécules intégrantes

du sel, ou que l'attraction du sel ne puisse s'exercer sur un plus grand nombre de molécules d'eau. Dans cette position, chaque molécule de sel, fixant autour d'elle un nombre égal de molécules d'eau, toutes sont espacées également dans l'intérieur de ce liquide: aucunes des molécules de sel ne sont, à l'égard les unes des autres, dans la sphère d'activité de leur attraction, et il existe un parfait équilibre entre toutes les forces qui sont en action dans la solution. Cet équilibre subsisteroit éternellement, et la solution resteroit au même état, si une cause étrangère ne venoit y occasionner quelque changement: cette cause est le plus ordinairement *l'évaporation.*

§ 50. Par son action, les molécules de l'eau de la surface de la solution, cédant à l'attraction du calorique dont l'action est plus forte sur elles que celle exercée par les molécules intégrantes du sel, sont évaporées par lui. L'équilibre alors est rompu; et les molécules intégrantes du sel, rapprochées davantage les unes des autres, par la diminution en quantité de celles d'eau qui les tenoient séparées, et se trouvant par là dans la sphère d'activité de leur attraction, se réunissent suivant les loix qui leur sont propres, et cristallisent.

§ 51. Cette première opération terminée, l'équilibre se trouveroit rétabli, et n'auroit aucune nouvelle cause de rupture, si la solution n'étoit plus exposée à aucun changement; mais celui opéré par la cause que je viens de citer, l'évaporation, continuant toujours tant que toute communication avec le calorique et l'air extérieur n'est pas exactement interceptée, il se fait perpétuellement, à la surface de la solution, un rapprochement des molécules intégrantes du sel, suivi de même de leur cristallisation. C'est donc habituellement à la surface des solutions et des dissolutions que commence la cristallisation par évaporation: c'est aussi à cette surface qu'elle se continue; mais nous verrons cependant que, lorsqu'elle est une fois commencée, elle se continue fréquemment aussi dans l'intérieur même de la solution.

Nous avons supposé, pour pouvoir nous représenter avec plus de facilité l'acte même de la cristallisation, la solution saturée. Si elle ne l'étoit pas, les molécules de sel étant environnées par un plus

grand nombre de molécules d'eau, que celui que fixe autour d'elles l'attraction, la surface de la solution pourroit éprouver, pendant un temps plus ou moins long, l'évaporation, sans que les molécules de sel, toujours forcées par elle de se rapprocher, se trouvassent dans la sphère d'activité de leur attraction respective, et conséquemment, sans qu'il y eût aucune agrégation ou cristallisation.

§ *52*. Lorsqu'une solution, livrée à la cristallisation par évaporation, est renfermée dans un vase, les parois de ce vase agissent fortement sur les molécules qui se réunissent à la surface de la solution, et deviennent centres d'attraction, pour celles de ces réunions qui se trouvent à leur proximité, et ainsi, de proche en proche, pour un très-grand nombre de celles qui ont lieu à la surface du liquide. Il existe même beaucoup de solutions, dans lesquelles la cristallisation commence contre les parois des vases qui les renferment, un temps assez considérable avant qu'il se précipite aucun cristal sur leurs fonds. Ces dépôts cristallins, sur les parois des vases, présentent plusieurs particularités extrêmement intéressantes; et, comme elles sont de nature à répandre un grand jour sur l'acte même de la cristallisation, je vais m'arrêter quelques instants sur elles.

Lorsque les molécules se dirigent ainsi contre les parois du vase qui renferme la solution, ce n'est point au niveau même du liquide de cette solution qu'elles se placent, mais au point où cesse l'eau élevée et fixée contre ces mêmes parois par l'attraction capillaire. Cette eau, que tout me paroit induire à penser devoir être à l'état de pureté, c'est-à-dire privée de toutes molécules intégrantes du sel, au moment où elle s'élève par l'attraction capillaire contre les parois du vase, exerce son attraction sur les molécules de la cristallisation qui s'opère. Ces mêmes molécules étant alors sans cesse attirées, de proche en proche, par celles de cette eau, viennent se réunir les unes aux autres, exactement dans l'endroit où l'attraction capillaire se termine.

§ *53*. En même temps, chacune des nouvelles molécules de cristallisation qui viennent se joindre aux premières réunions formées,

conservant avec l'eau l'attraction qui lui est propre, arrive accompagnée des molécules d'eau que fixe autour d'elle cette attraction, et vient se placer à l'endroit où a cessé la cristallisation précédente. De sorte que, à mesure que la cristallisation continue sur les parois du vase, elle s'élève vers ses bords supérieurs; et chaque molécule ayant amené avec elle des molécules d'eau, ces dernières, qui font continuité avec celles placées contre les parois du vase par l'attraction capillaire, offrent aux molécules de cristallisation, un chemin tracé qu'elles suivent en effet jusqu'au terme de leur voyage. Chacune d'elles, d'après ce qui vient d'être dit, entraine donc constamment avec elle les matériaux nécessaires pour continuer la route que doivent tenir celles qui la suivent.

§ 54. Cette route n'est pas praticable indifféremment sur toute l'étendue de la surface de la cristallisation formée contre les parois du vase: l'eau qui la construit, paroit être fixée entre la surface de la croute cristalline qui regarde ces parois, et les parois elles-mêmes. Il en résulte, que, en réalité, cette croute cristalline n'est pas directement appliquée contre les parois du vase, mais est séparée d'elles par cette eau servant de route aux molécules: ce n'est que lorsque toute cristallisation est terminée, et cette eau évaporée, que l'application contre les parois peut avoir lieu. Quelquefois cependant, des parties de cette même croute cristalline se réunissent en réalité à ces parois: alors ces parties se divisent naturellement en petits systêmes particuliers, et, lorsqu'ils sont enlevés, on observe, dans ce cas, que la surface qui, dans chacun d'eux, regardoit les parois du vase, a la forme d'une espèce de petite coupe applatie, étant plus élevée vers les parties qui adhérent au vase, qu'à son centre. Lorsque, la cristallisation étant terminée, on enlève cette croute cristalline de dessus les parois du vase, on observe que, tandis qu'à sa surface extérieure, les cristaux qui composent cette croute, sont quelquefois assez bien déterminés, la partie de la surface qui regarde les parois du vase, ne montre rien que de très-irrégulier: nous en verrons la raison par la suite.

§ 55. Si la solution que renferme le vase, est assez abondante, lorsque la croute cristalline a atteint les bords de ce vase, elle

descend le long de ses parois éxtérieures, et se continue sur elles, de la même manière qu'elle avoit fait sur les parois intérieures. Il est alors bien facile de reconnoître, que les molécules cristallines viennent se placer sur les bords inférieurs qui terminent cette croute, et que leur voyage a lieu, non sur la surface extérieure de cette même croute, mais entre celle qui regarde les parois du vase, et les parois elles-mêmes. Si l'on fait, de quelque manière que ce soit, comme, par exemple, par un peu de poussière, une marque quelconque sur la partie de la surface extérieure de cette croute, placée directement au dessus des bords du vase, on observe que, quoique la cristallisation continue, la marque qui a été faite reste constamment la même : elle ne se recouvre nullement par les molécules cristallines, et n'éprouve absolument aucun changement. Dans un verre dans lequel cristallisoit une solution de benzoate de chaux, dont la cristallisation a une marche très-prompte, quoique habituellement irrégulière, et dont la cristallisation avoit recouvert une partie de la surface extérieure du verre, ayant fait un petit trou, dans la partie de la croute cristalline qui recouvroit cette surface extérieure, les molécules de la cristallisation, arrivées à ce trou ont passé à travers, et, se fixant sur ses bords, elles ont fini par le boucher par un petit mamelon à fibres divergentes du centre à la circonférence.

§ 56. On peut d'après cela interrompre à volonté, et dans un endroit quelconque, la continuation de la cristallisation qui se forme contre les parois d'un vase, en faisant une rupture à la croute dûe à cette cristallisation, et desséchant en même temps la partie des parois du vase, qui a été mise à découvert : il se forme, dans ce cas, un bourlet le long des bords de la rupture.

§ 57. L'eau étant la route que suivent les molécules cristallines, dans leur élévation contre les parois des vases qui renferment des solutions, tout moyen quelconque qui s'opposera à sa marche, s'opposera, en même temps, à la continuité de la marche de la cristallisation. Par exemple, d'après la résistance que les molécules de l'eau éprouvent à se mettre en contact avec celles des corps gras, de la cire, &c. si l'on place sur les parois du vase, soit un corps gras, soit

de la cire, l'eau fuyant ces corps, ils arrêteront la cristallisation, qui alors les tournera, pour se continuer au delà. Si la place qu'ils occupent est un peu considérable, la croute cristalline, qui se formera alors contre les parois du vase, ne pouvant plus se déployer sur leur surface, les molécules cristallines se placeront par dessous cette même croute, dont elles augmenteront l'épaisseur.

§ 58. Ayant une fois reconnu que, dans la cristallisation qui a lieu contre les parois des vases qui contiennent des solutions, l'eau fixée autour des molécules cristallines et entraînée par elles, servoit de route et de moyen de transport à ces mêmes molécules, j'ai pensé qu'avec le seccours d'un conducteur, plongé dans la solution, il seroit possible de transporter la cristallisation, et de la faire voyager à volonté. Ayant en conséquence placé sur les bords d'un verre, et à travers sa largeur, un petit cylindre de verre aussi, isolé de ces mêmes bords par de petits supports de cire qui le fixoient sur eux, et dont une de ses extrémités se terminoit sur les bords, tandis que l'autre les dépassoit de beaucoup, j'ai suspendu à ce cylindre un petit morceau de cordon, dont l'extrémité inférieure plongeoit dans la solution. Ainsi que je l'avois prévu, la cristallisation, après avoir entouré le cordon, en s'élevant jusqu'au petit cylindre, s'étendit sur lui, des deux côtés de la ligature, et, ne pouvant pas s'étendre sur les parois du vase, dont le cylindre étoit isolé par le petit support de cire, elle s'étendit dans la partie du cylindre qui dépassoit les bords du verre. Je suis même parvenu une fois à la faire se continuer sur la surface d'un grand cristal de chaux carbonatée, que j'avois placé en un contact immédiat avec le cylindre de verre. On peut, ce me semble, conclure de là, qu'il n'est nullement nécessaire de supposer que les différentes cavités souterraines, qui ont aujourd'hui leurs parois recouvertes de cristaux, aient été nécessairement, pour cela, totalement remplies par le liquide de la solution : il eût suffi simplement, pour opérer cet effet, que la solution eût occupé une partie quelconque un peu considérable de la cavité, d'où elle eût pu ensuite s'élever contre ses parois, et successivement les recouvrir en entier.

§ 59. J'ai dit § 52, que j'avois beaucoup de raison de penser que, dans toute solution renfermée dans un vase, la partie du liquide élevée contre les parois du vase, par l'attraction capillaire, étoit, au moment même de son élévation, et avant de servir de route aux molécules qui ont cristallisé, à l'état d'eau pure, sans aucun mélange quelconque des molécules intégrantes de la solution. Il en est de même à l'égard de celle qui suit les molécules dans leur route, et reste adhérente à elles. Toute celle qui sert de route aux molécules dans leur voyage, abstraction faite de ces mêmes molécules en mouvement, est de même parfaitement pure; mais son action toute entière est portée sur les molécules qu'elle charie, par suite de son attraction sur elles, et est rendue, par là, nulle sur la substance qui a cristallisé, sur laquelle, sans cela, elle agiroit comme solvant. Il n'en est plus de même, lorsque la cristallisation est terminée, ou que l'on intercepte la communication entre une partie de celle déjà formée contre les parois du vase, et celle qui continue à se former; ce qui peut facilement être fait, en isolant cette partie par une matière grasse, ou de la cire, appliquée contre ces parois: le transport des molécules n'ayant plus lieu dans la partie isolée, les molécules de cette eau deviennent libres, et exercent alors leur action attractive sur la cristallisation déjà formée, qu'elles désintégrent, en s'unissant de nouveau à ses molécules: elle s'évapore ensuite, en laissant se réunir confusément les molécules qu'elle tenoit de nouveau à l'état de solution. C'est ce qui fait, que, dans la cristallisation de plusieurs des sels, si l'on n'a pas soin d'enlever la partie cristallisée de dessus les parois du vase, lorsqu'elle est terminée, la cristallisation, la mieux formée en apparence, se déforme, et, bien souvent, devient confuse, et même quelquefois se détruit totalement. C'est enfin à cette cause encore qu'il faut attribuer la différence qui existe entre la surface extérieure des couches cristallines qui se placent sur les parois des vases, et celle qui regarde ces mêmes parois: les cristaux placés sur la première de ces surfaces, sont quelquefois parfaitement déterminés, tandis que ceux placés sur l'autre, sont confus, et portent bien souvent des traces de la réaction solvante qui a été

exercée sur eux. Rien, ce me semble, ne prouve mieux l'attraction de l'eau, sur les molécules intégrantes des substances, que ces divers phénomènes de la cristallisation des solutions.

§ 60. C'est à cette attraction de l'eau, pour les molécules des substances minérales, que j'ai décrite, (§ 33 et suivants), en faisant voir qu'elle différoit de celle de composition et d'agrégation, et en la désignant sous le nom d'attraction par approche, qu'on doit attribuer l'eau que renferment nombre de ces substances, lorsque cette eau n'y joue aucun rôle parmi leurs molécules composantes, et ne modifie, par conséquent, en aucune manière, la forme de leurs molécules intégrantes. Cette eau a jusqu'ici été désignée, par la chimie, sous le nom *d'eau de cristallisation*, expression qui rend parfaitement la nature de son existence dans les corps. Lorsque, dans la réunion des molécules de cristallisation, ces mêmes molécules n'admettent, entre leurs faces de réunion, aucunes de celles qui appartiennent à l'eau, la substance qui en résulte ne renferme aucune eau de cristallisation: on connoit un grand nombre de substances qui sont dans ce cas. Il en existe beaucoup d'autres aussi, dont les molécules intégrantes ont une telle affinité avec celles de l'eau, qu'elles en conservent toujours une plus ou moins grande quantité adhérentes à elles, lorsqu'elles se rapprochent pour cristalliser: alors les substances qui appartiennent à leur réunion, renferment cette eau, qui souvent y est fixée par une attraction si foible, que la seule action de la chaleur, quelquefois même d'une intensité peu considérable, suffit pour la dégager. Il existe des substances, telles que celles auxquelles appartiennent l'opale, les diverses calcédoines, &c. dans lesquelles ce dégagement a bien souvent lieu, par une simple opération naturelle. Ces corps, par cette perte, ne changent en aucune manière de nature; mais pour l'ordinaire ils changent d'aspect. Présentant des vides, dans lesquels la lumière n'est plus réfractée de la même manière, ils deviennent opaques, et d'un blanc mat, s'ils ne contiennent aucune cause étrangère de couleur: sous cet état, ils sont devenus d'une beaucoup plus facile désintégration. Il existe d'autres substances, dans lesquelles l'eau se trouvant

en attraction ou affinité de composition, avec leurs molécules composantes, s'est combiné avec elles pour former leurs molécules intégrantes. Cette eau n'est plus alors étrangère à la substance : elle lui est beaucoup plus inhérente, et ne peut être dégagée que par sa décomposition complette : ce dégagement ne peut donc être alors que le fruit d'une véritable dissolution. Il est inutile, sans doute, d'ajouter ici, que les mêmes substances peuvent à la fois renfermer de l'eau de cristallisation, et de composition.

§ 61. Dans une solution, dans laquelle les molécules intégrantes cristallisent par évaporation, toutes ne sont pas entrainées contre les parois du vase qui les renferment. Un grand nombre de ces molécules réunies entre elles au point d'être devenues des cristaux perceptibles à l'organe de notre vue, restent comme fixées contre la surface du liquide, à la place où les cristaux se sont formés. Dans cette position, ces cristaux croissent continuellement en volume, jusqu'à ce que, entraînés par l'excès de leur pésanteur spécifique, ils se précipitent au fond du vase.

Du moment où la formation de ces petits cristaux a lieu à la surface de la solution, la cristallisation se continue de toute part autour d'eux ; chacun de ces cristaux devenant, pour les molécules directes de la cristallisation, autant de centres d'attraction très-actifs, qui ont d'autant plus de force, que les cristaux acquièrent un volume plus considérable. Cette raison fait que, lorsque la cristallisation est arrivée à ce point, sa continuité ne dépend plus aussi directement de celle de l'évaporation. Chaque cristal, en effet, augmentant, dans sa puissance attractive, à mesure que son volume augmente, joint à lui les molécules qui se trouvent dans la sphère de cette attraction, et devient, par là, une cause continuelle de rupture de l'équilibre du système général que renferme la solution, et par conséquent, une cause continuelle de cristallisation ; surtout, si on se représente que la surface du liquide est chargée de ces cristaux adhérants à elle, et qu'il en existe de même de suspendus, à différentes hauteurs, dans le liquide, ainsi qu'un grand nombre d'autres précipités sur son fond. Tous ces cristaux augmentent continuellement de volume, et si que ques circonstances viennent donner à l'un d'eux un volume

plus considérable qu'aux autres, ce volume va toujours en augmentant d'une manière proportionnelle à sa masse. Nos cabinets sont pleins de faits de ce genre, et nous montrent différents groupes, dans lesquels un, ou plusieurs cristaux ont pris un accroissement colossal, en comparaison de celui des autres.

§ 62. On peut difficilement se représenter, à quel dégré de volume les cristaux peuvent parvenir, avant de céder à leur gravitation, en se précipitant, et par conséquent avant de quitter, soit la surface du liquide, soit un point quelconque pris dans son sein, et plus ou moins éloigné de cette surface. Il paroit que, dans ce cas, ces cristaux sont à la fois fixés à leur place, tant par l'excès de pésanteur spécifique de la solution, que par l'attraction de l'eau sur eux. On voit souvent des solutions, dans lesquelles nombre de ces grands cristaux, sont ainsi fixés; alors ils cèdent au moindre mouvement que l'on fait éprouver au liquide, tel, par exemple, que celui qui lui est procuré par un léger coup, donné sur le support sur lequel la solution est placée. Ce moyen peut être employé, pour hâter les précipitations et, avec elles, les cristallisations: il est quelquefois utile, parceque, d'après ce qui vient d'être dit, la formation des premiers cristaux d'une solution aide souvent de beaucoup la formation des autres.

§ 63. Un moyen encore plus prompt de hâter la cristallisation, est la concentration, par l'action du feu. Dans ce cas, le liquide de la solution se chargeant fortement des molécules du calorique en mouvement, ces molécules joignent leur action attractive sur celles intégrantes des substances minérales, à celle exercée sur elles par les molécules du liquide. Ces molécules intégrantes alors, étant retenues dans le liquide par une attraction plus forte, peuvent se trouver dans une situation ou elles soient beaucoup plus rapprochées les unes des autres, sans céder à leur attraction d'agrégation entre elles. Dans ce cas la premiere action de l'évaporation éprouvée par la solution, soit que cette évaporation porte simplement sur le calorique, soit que, ce qui est le cas habituel, elle porte à la fois sur lui et sur le liquide, occasionne une précipitation très-prompte qui, par le mouvement

qu'elle imprime dans la solution, détermine souvent le même acte de réunion et de précipitation dans toutes les parties de la masse. Il est difficile de présenter cet effet d'une maniére plus frappante, et en même temps plus agréable à la vue, que ne le fait la cristallisation du muriate sur-oxigéné de potasse, dans la dissolution qui a donné naissance à ses molécules intégrantes, et a eu lieu, par l'action de l'eau bouillante. Comme la différence de la force attractive, exercée, par les molécules d'eau chargées de calorique, au point de l'ébullition, sur les molécules de cette substance, à celle exercée sur les mêmes molécules par celles de l'eau froide, est comme 25 est à 2; du moment même où cette dissolution se refroidit, la cristallisation commence avec une grande activité. Si, à l'instant même où l'on retire cette dissolution du feu, on porte au grand jour le vase qui la renferme, pour pouvoir l'examiner avec plus d'attention, on s'apperçoit, au même moment, d'un mouvement de frémissement très-considérable qui se fait à sa surface: ce mouvement, qui est occasionné par la réunion des molécules intégrantes, est en même temps suivi d'une précipitation très-abondante, des petits cristaux qui se forment instantanément à cette surface, sous la figure de lames très-minces, qui réfléchissent la lumière sous différentes couleurs. Comme ces petits cristaux se précipitent, en quantité immense, de la surface de la dissolution, le mouvement qu'ils occasionnent, par là, dans son intérieur, détermine de même une réunion de molécules dans toute sa masse; de sorte, qu'il s'établit, dans le liquide de la dissolution, une pluie très-abondante et continuelle, de ces mêmes cristaux, qui présentent à la vue de petites étincelles de couleur variée, dont l'effet est très-agréable. *

* J'ai dû la jouissance de ce beau spectacle, présentée en grand, à la complaisance et à l'honnêteté de Messrs. Allen et Howard. Leur manufacture de sel établie à Plaistow, près de Londres, et qui depuis est restée entre les mains seules de Mr. Howard, offre, tour à tour, un objet de surprise et d'admiration, soit par la grandeur et la perfection des cristaux qui y sont obtenus, soit par la simplicité, extrêmement ingénieuse, des moyens employés pour les obtenir. Je leur dois, dans un grand nombre de sels, une suite de variétés dont la plupart ne sont pas connues.

Leur honnêteté m'ayant mis à même d'assurer la forme des cristaux du muriate sur-oxigéné de potasse, qui ne me paroissent pas avoir été décrits exactement, dans les auteurs, j'imagine qu'on trouvera ici, sans regret, quelques détails à ce sujet.

§ 64. La force attractive par laquelle les molécules intégrantes des substances se réunissent entre elles, est assez considérable pour vaincre et même écarter les obstacles qui peuvent se rencontrer à leur réunion. Une solution, en même temps qu'elle renferme les molécules intégrantes d'une substance, peut aussi être fortement chargée des parties d'une autre, à l'état de simple division; elle peut, par exemple être chargée de parties d'argile. Dans ce cas, l'argile se précipite, mais elle n'en reste pas moins imbibée du liquide, ce dernier restant dans le même état, c'est-à-dire, chargé des mêmes molécules intégrantes qui existent dans la solution. Dans cet état de choses, les molécules cristal-

Les cristaux de cette substance sont assez habituellement fort petits, et, ainsi que je l'ai dit, ils se montrent sous la forme de petites lames extrêmement minces. Ces lames ont été dites être des quarrés, et quelquefois des parallélipipèdes rectangulaires ; l'examen attentif que j'en ai fait, m'a fait voir que cette forme n'étoit nullement la leur.

Leur forme primitive est un prisme rhomboïdal droit, dont les plans rhombes, formant les faces terminales, ont 80° et 100°, ou à très peu de chose près, pour mesure de leurs angles. Assez communément ces lames rhomboïdales portent des indications très-fortes de joints naturels parallèles à leurs bords ; aussi se clivent-elles avec la plus grande facilité, suivant cette direction. On reconnoit aussi, sur quelques-unes, des indications d'autres joints naturels, parallèles à leur faces rhombes terminales.

Quelques-unes de ces lames montrent en outre d'autres indices de joints naturels, qui passent par la grande diagonale de leurs plans rhombes : de sorte, que leur molécule intégrante paroit être un prisme trièdre, ayant pour base un plan triangulaire isocèle, dont l'angle du sommet est d'environ 100°, et ceux de la base d'environ 40°. Le manque de faces secondaires suffisantes, m'empêche de pouvoir fixer, d'une manière positive, les dimensions du prisme tétraèdre rhomboïdal primitif, dont la fixation auroit en même temps déterminé celles de la molécule intégrante.

Ces lames ont souvent l'angle aigu de leurs faces terminales, remplacé par un plan qui fait avec ces mêmes faces un angle de 130°, ou, du moins, à très-peu de chose près, et un de 100° à sa rencontre avec le plan semblable de la face opposée. Ces plans de remplacement prennent quelquefois un accroissement très-considérable, qui fait presque disparoitre les faces terminales du cristal primitif : alors le cristal se présente sous l'aspect d'un prisme hexaèdre allongé, ayant deux bords de 100°, et les quatre autres de 130°, terminé par un sommet dièdre à plans pentagones.

Ces mêmes plans de remplacement font quelquefois disparoître complettement les faces terminales du cristal primitif : alors le cristal se présente sous l'aspect d'un prisme tétraèdre rhomboïdal, de 100° et 80°, terminé de même par un sommet dièdre, mais à plans triangulaires : c'est, j'imagine, cette variété que la petitesse des cristaux aura fait prendre pour un parallélipipède rectangulaire. Cette même petitesse des cristaux est, sans doute aussi, la cause qui aura fait prendre les lames rhomboïdales de 100° et 80° pour des lames quarrées.

fines ne s'en rapprochent pas moins, malgré les parties d'argile qui les séparent: elles écartent celles de ces parties qui s'opposent à leur réunion, et cristallisent en se réunissant. On connoit, à cet égard, la belle expérience d'un chimiste très-habile, dont les sciences regrettent encore la perte, Mr. Pelletier ; il chargea fortement d'argile, à l'état de simple division, une solution d'alun, et, après avoir cassé la masse d'argile précipitée, il trouva, disséminés dans son intérieur, des cristaux d'alun très-parfaits, et de la grosseur d'un pois. Cette expérience n'a été qu'une imitation, très-ingénieuse de ce que la nature nous montre journellement exécuter elle-même: les cristaux les plus parfaits que nous possédons dans nos cabinets, ceux qui se montrent dans toute leur étendue, et sans aucune altération quelconque de leur surface, ont, pour le plus grand nombre été, ainsi trouvés dans des masses totalement argileuses. Le plus beau cristal que je possédasse autrefois, dans ma collection, étoit une aiguille de cristal de roche, d'environ 9 pouces de longueur, et d'une très-belle transparence, ainsi que d'une perfection exacte, soit dans son prisme, soit dans ses pyramides; je l'avois trouvé moi-même, dans les Alpes Dauphinoises, dans une masse d'argile qui remplissoit à nud une partie d'une veine de quartz, exploitée pour les cristaux de cette substance. Les cristaux les plus parfaits de gypse, ou chaux sulfatée, se rencontrent communément de la même manière.

Avant de passer à la théorie des loix auxquelles sont soumises les molécules de la cristallisation, et leur application à la cristallisation de la chaux carbonatée, je crois devoir ajouter, à l'observation cy-dessus, celles des autres faits principaux et généraux, dont je crois la connoissance absolument nécessaire à l'étude complette de ce phénomène, un des plus intéressants de ceux que nous offre l'observation de la nature.

§ *65.* 1° Lorsque, parmi les cristaux obtenus d'une solution ou dissolution quelconque, il existe des variétés capitales dans la forme, pour l'ordinaire ces variétés ne sont pas placées pêle-mêle, mais indiquent, par un niveau différent, une différence réelle, dans l'époque de leur formation. Il en est absolument de même dans les groupes

de cristaux naturels : dans ceux qui se rencontrent dans les fissures et filons, c'est, assez généralement aussi, sur des niveaux différents, que se montrent les variétés appartenant à des modifications différentes du cristal primitif. Dans nos cabinets, le même échantillon d'un minéral quelconque, présente souvent deux variétés capitales, ou même plus, de la forme primitive de la même substance. Si l'on examine alors avec attention ce morceau, on observera, ou que ces variétés différentes sont sur différents niveaux, ou qu'elles portent d'autres traces sensibles d'une époque différente, dans leur formation. Il peut exister quelques exceptions dépendantes de causes particulières ; mais le fait n'en est pas moins général.

§ 66. 2° Souvent des cristaux, déja parvenus à une grandeur plus ou moins considérable, reçoivent, sur leurs faces, une addition de molécules cristallines, fruit d'une cristallisation postérieure à celle qui leur avoit donné naissance. Dans cette addition de molécules, à l'égard de laquelle nous verrons que les cristaux sur lesquels elle a lieu, jouent aussi activement le rôle de centres d'attraction, que le cristal primitif (qui lui même n'est déja qu'une forme secondaire à l'égard des molécules intégrantes primitives ou de *formation*,) il est très-ordinaire que cette addition, lorsqu'elle a recouvert la totalité de l'extérieur des cristaux, en ait changé la variété.

§ 67. 3° Assez généralement, un certain nombre des modifications que peut éprouver le cristal primitif d'une même substance, existent dans une certaine étendue d'un même filon, à l'exclusion de toutes les autres. Lorsqu'il se trouve, dans le même canton, d'autres filons qui renferment la même substance, il est assez ordinaire d'y rencontrer, dans chacun d'eux, quelques modifications ou variétés, qui n'existent pas dans les autres. Si le même filon vient par circonstance à changer de direction, il est assez commun qu'il se fasse aussi des changements dans les variétés des cristaux des substances qu'il renferme. De là, la grande richesse de l'Angleterre, en modifications de la chaux carbonatée, deux de ses provinces, le Derbyshire et le Cumberland, si riches en filons de minérai de plomb, ayant la chaux carbonatée, soit en totalité, soit simplement en partie,

pour gangue de ces mêmes filons : on peut en dire autant du Hartz. De là aussi la nécessité, pour les amateurs de la minéralogie, et principalement pour ceux de la cristallographie, de saisir les premiers instants où un filon donne une variété quelconque des cristaux d'une substance, pour se la procurer, ce filon pouvant d'un moment à l'autre, soit en changeant de direction, soit par les simples progrès des travaux, cesser alors tout-à-fait de donner la même variété.

68. 4° Dans toute substance cristallisée, les cristaux ont une tendance plus grande à éprouver telle ou telle modification de leur cristal primitif, qu'aucune des autres, et, parmi les variétés qu'ils montrent, il y en a toujours quelques-unes qui sont extrêmement rares, et exigent probablement, pour leur formation, des faits particuliers dont la présence doit se rencontrer rarement.

§ 69. 5° Lorsqu'une substance cristallise, elle est sujette, d'après les circonstances dans lesquelles elle est placée, à donner telle ou telle modification, plutôt qu'aucune autre. Par exemple, autant il est commun de rencontrer le rhomboïde primitif complet de la chaux carbonatée, dans la pierre calcaire non coquillière, autant il est, au contraire, rare de le rencontrer dans la pierre calcaire coquillière. De même aussi, autant il est rare de rencontrer le rhomboïde muriatique complet, (17me modification, et inverse de Mr. l'Abbé Haüy) dans la pierre calcaire non coquillière, autant, au contraire, il est de même commun de le rencontrer dans la pierre calcaire coquillière: au point que lorsqu'une coquille, à l'état fossile, renferme des cristaux de chaux carbonatée, il y a considérablement à parier qu'ils appartiennent à ce rhomboïde, &c. &c.

§ 70. 6° Lorsqu'un fluide tient, à l'état de solution, les molécules intégrantes de plusieurs substances différentes, les molécules de chacune d'elles font leur route à travers celles des autres, et, n'obéissant qu'au simple mode d'attraction auquel elles sont soumises, elles cristallisent séparément. Il n'est pas un filon de mine, qui ne puisse en fournir des exemples, outre ceux particuliers qui ont lieu dans nos laboratoirs : les granits, et nombre d'autres roches agrégées, en fournissent aussi d'autres exemples. La nature nous met dans le cas d'observer,

à cet égard, un fait très-intéressant, en nous montrant des substances à l'état de cristallisation confuse, qui en renferment d'autres à l'état parfaitement et régulièrement cristallisé, disséminées dans leur intérieur; tels sont les marbres grenus compactes, qui renferment des cristaux de quartz, du fer oxidé octaèdre, et souvent beaucoup d'autres substances; telles sont les masses de gypse, qui renferment de même, soit des cristaux de boracite, soit du quartz, soit des cristaux de chaux carbonatée, soit enfin, tel que, par exemple, en Espagne, des cristaux d'arragonite; telles sont aussi les masses de porphire, &c. &c. La même cause qui, dans une solution qui renfermoit les molécules intégrantes de plusieurs substances différentes, mais celles de l'une d'elles beaucoup plus abondamment que celles des autres, s'est opposée à ce que la dernière cristallisât régulièrement, n'a donc eu aucun effet sur les autres. Ne paroîtroit-il pas naturel d'en conclure que, sans doute, après la précipitation hâtée et tumultuaire de la substance la plus abondante, la masse précipitée, n'ayant qu'une texture lâche, est restée pénétrée du liquide de la solution chargée des molécules intégrantes des autres substances, qui se sont alors rapprochées et ont cristallisé ainsi que l'a fait l'alun, dans l'argile cité au § 64. Ce genre de rapprochement est connu des minéralogistes, sous le nom *d'attraction ou affinité d'élection*. Cette explication me paroit pouvoir être appliquée à un grand nombre des faits que présente la nature, tels que, par exemple, à la formation des noyaux de silex dans la craie, ainsi que dans la chaux carbonatée en masse grossière, &c. &c.

§ 71. 7° Les substances étrangères qui s'interposent dans l'intérieur de celles qui cristallisent, pendant l'acte même de la cristallisation, agissent sur ces cristaux d'une manière très-particulière, et qui mérite d'être observée. Soit que ces substances, en retardant la précipitation des molécules de la cristallisation, les mettent dans le cas de se rapprocher et de se réunir entre elles, d'une manière plus régulière, soit que l'action exercée par elles, sur la cristallisation, appartienne à d'autres causes, elles déterminent, pour l'ordinaire, plus de régularité dans la cristallisation et ramènent con-

stamment les cristaux dans lesquels elles s'interposent, soit à la forme qui pour eux est la forme primitive, soit à celles de ses variétés les plus simples.

C'est ainsi, que l'axinite, qui est colorée en vert, par un mélange considérable du mica pulvérulent dit chlorite, qui y est interposé, perd assez généralement les facettes additionnelles, sans lesquelles, dans toute autre circonstance, il est si rare de la rencontrer. C'est ainsi, que dans le quartz si fortement chargé d'argile martiale, qu'il est rendu opaque par elle, variété à laquelle Mr. Werner a donné le nom de *eisenkiesel*, en en faisant, je crois, à tort une espèce dans le genre siliceux, et auquel appartient la variété connue autrefois sous le nom d'Hyacinte de Compostelle, c'est ainsi, dis-je, que, dans ce quartz, la cristallisation est presque toujours parfaitement régulière, et cela, de manière à frapper fortement, en comparant ses cristaux à ceux, si souvent irréguliers par suite de l'accroissement de quelques-uns de leurs plans au dépens des autres, que présente cette substance dans la plupart des autres circonstances. Bien plus, il est assez commun d'y rencontrer aussi ces dodécaèdres parfaits, à plans triangulaires isoceles, et sans aucune trace des plans du prisme, que je considère comme le cristal primitif de cette substance; c'est-à-dire comme celui formé directement par la réunion des molécules intégrantes ou de détermination. C'est aussi dans cette même circonstance que se rencontrent le plus fréquemment ces rhomboïdes complets de la même substance, qui ne sont que les dodécaèdres précédents, avec disparition de six des faces alternes, par l'accroissement considérable des six autres. C'est ainsi encore, que l'interposition du quartz dans la chaux carbonatée de Fontaine-bleau, ramène constamment la forme des cristaux de cette substance, au rhomboïde de la 17me modification ou muriatique, et maintient, dans ces cristaux, une régularité parfaite. C'est de même aussi, que l'interposition des oxides de fer et de manganèse, dans la chaux carbonatée qui appartient à la variété dite spath perlé, ramène presque constamment la forme de cette substance au rhomboïde complet primitif, ou à celui lenticulaire de la 4me modification. C'est ainsi

enfin, que se conduit la magnésie, interposée souvent aussi dans la chaux carbonatée. On pourroit ajouter un grand nombre d'autres observations à celles qui viennent d'être données.

§ 72. 8° Entre l'état déterminé de la cristallisation des substances minérales, et celui indéterminé, où elles n'admettent plus aucune forme géométrique régulière quelconque, il existe un état intermédiaire, qui est celui fibreux, et principalement celui dans lequel les fibres sont isolées et placées les unes à côté des autres, soit parallélement, soit d'une manière divergente; mais, dans un très-grand nombre de substances, le passage de la cristallisation parfaitement déterminée, à cet état fibreux, est occupé par un genre de fibres plus isolées encore, et dont la forme est en pyramide extrêmement aigue, et à l'égard des dimensions de laquelle, la différence des substances ne paroit en apporter aucune, du moins qui puisse être saisie. Les cristaux les plus sujets à donner cette espèce de fibres, et même, en général, à se présenter sous l'état fibreux, sont ceux dont les formes primitives sont, soit un rhomboïde, soit un prisme hexaèdre, et généralement, tous ceux dont les cristaux primitifs n'étant pas pyramidaux, passent fréquemment à des variétés pyramidales: il est très-vraisemblable même que les variétés à fibres serrées, quoique paroissant toutes d'un diamètre égal et soutenu, ne sont qu'une réunion des mêmes fibres pyramidales, dont les extrémités sont, ou non terminées, ou interceptées, ou engagées.

§ 73. 9° Enfin, les variétés qui, dans les cristaux, appartiennent aux différentes modifications de celui primitif, paroissent bien souvent dépendre de la variation des circonstances dans lesquelles ils se sont formées, et d'autres fois aussi de la différence des climats qu'ils habitent. La topaze du Brésil, et principalement celle du Vésuve,*

* J'ai observé, depuis peu, parmi les morceaux de cette roche singulière et si fort mélangée, qui est particulière à la somma, au Vésuve, des cristaux de topaze d'un jaune assez analogue à ceux du Brésil, et dont la forme présente des particularités qui sont propres à cette variété. Ils sont renfermés dans les cavités de petites masses granulenses, qui appartiennent à la même topaze, dont la couleur est d'un gris sale, un peu jaunâtre. Cette topaze a été déterminée

présentent des modifications différentes de celle de Saxe et de Sibérie. La plupart des modifications de la thallite de Norwège, sont totalement étrangères à celle des Alpes Suisses et Dauphinoises. L'apatite du Mont Caprara, en Espagne, ainsi que celle d'Arendal, en Norwège, est pour l'ordinaire pyramidale, tandis que celle de Saxe et de Bohême est simplement prismatique. L'idocrase de Sibérie présente des variétés qu'on ne rencontre que très-rarement dans celle du Vésuve. Les tourmalines de Ceylan et de Sibérie, différent pour l'ordinaire fortement aussi de celles du Tyrol, ainsi que de celles qu'on rencontre communément dans les gneiss et dans quelques granits. Le corundum imparfait de la Chine est presque généralement pyramidal, tandis que celui d'une partie du Carnatic est constamment prismatique. Le mica présente au Vésuve, à Ceylan, et dans quelques-autres cantons, des modifications qu'on n'observe nulle part ailleurs, &c. &c. &c.

d'une manière aussi habile qu'ingénieuse, par le Dr. Wollaston, auquel j'en avois remis de petits échantillons. Il est très-facile de la confondre avec l'idocrase, et surtout avec certains grenats qu'on rencontre souvent sur les mêmes morceaux.

TROISIÈME PARTIE.

THÉORIE DES LOIX DE LA CRISTALLISATION, DÉVELOPPÉES PAR LEUR APPLICATION À LA CHAUX CARBONATÉE.

§ 74. D'après ce qui a été dit jusqu'ici, il est évident que la cristallisation, même lorsqu'elle succède à une dissolution, est toujours devancée par la solution des molécules intégrantes de la substance qui cristallisent, soit dans un liquide, soit dans un fluide avec lequel ces molécules sont en attraction. Nous avons vu que, dans la dissolution, une fois la combinaison des molécules constituantes formée, et les molécules intégrantes engendrées, ces mêmes molécules restent en solution dans le liquide, ou le fluide, qui avoit servi d'intermède à la dissolution. Nous avons vu aussi qu'elles y restent dans un état parfait d'équilibre, tant qu'il n'arrive aucun changement dans la solution; mais que du moment où elle est soumise à l'évaporation, ces molécules se rapprochant les unes des autres, à la surface du liquide, proportionnellement à l'évaporation, elles finissent par être dans leur sphère d'attraction respective, se réunissent, et donnent naissance aux molécules de cristallisation, ou cristal primitif. C'est donc avec ces deux molécules, celles intégrantes et celles de cristallisation, que se construit l'édifice de la cristallisation, lorsque, ce qui arrive fréquemment, et peut être même toujours, les molécules intégrantes ne sont pas, en même temps aussi, celles de cristallisation.

§ 75. Si, dans la construction de cet édifice, toutes les molécules qui y concourent, avoient entre elles une attraction telle, que l'art ne pût, dans aucun cas, parvenir à les séparer, ainsi que cela existe, en effet, dans un très-grand nombre des substances minérales, nous ignorerions probablement encore les loix d'attraction qui président à la formation des cristaux de ces substances : et, il faut en convenir, nous eussions eu aussi infiniment moins de moyens, pour parvenir à nous faire une idée juste de tout ce qui peut concerner les diverses attractions des substances minérales, et pour établir, en conséquence, les principes les plus essentiels, soit de la minéralogie, soit de la chimie minéralogique.

Mais, parmi les cristaux des substances minérales, un grand nombre se clivent avec beaucoup de facilité ; et cela toujours dans la même direction, et de manière à faire voir, très-distinctement, que la cassure n'a fait que suivre exactement la direction des joints naturels, formés par la réunion des molécules du cristal, et n'a brisé aucune de ses parties : ce qui est annoncé, par l'aspect lisse et brillant que montrent les nouvelles faces produites par le clivage. Ainsi que je viens de le dire, un grand nombre des substances minérales se soumettent, avec assez de facilité, à cette division ; mais la chaux carbonatée est une de celles qui le permet le plus facilement : aussi est-ce elle qui, la première, a donné à Mr. l'Abbé Haüy l'idée et la base de sa théorie, sur les loix de la cristallisation. Comme c'est elle qui a fait l'objet de ce qui a précédé, je la prendrai pour base du développement que je vais donner des loix de la cristallisation. Les détails en seront plus clairs, plus aisés à saisir et à concevoir, et l'application pourra en être faite facilement aux cristaux de toutes les autres substances.

§ 76. Dirigeons donc notre attention sur la cristallisation de la chaux carbonatée. La première observation qui s'offrira à nous, sera, bien certainement, celle de la quantité immense de formes que présentent ses cristaux. Notre attention sera ensuite excitée, par la grande facilité avec laquelle ces cristaux se cassent ; surtout en observant que les plans de leurs cassures, sont constamment lisses,

et réfléchissent la lumière d'une manière vive et uniforme. Nous en conclurons nécessairement alors, que ces plans ne peuvent appartenir à des cassures telles qu'on les conçoit généralement sous ce mot, qui entraîne avec lui l'idée d'un brisement de parties ; mais qu'ils sont le résultat d'une simple désunion artificielle, des parties qui avoient été unies par la nature, et qu'ils sont par conséquent produits par un véritable clivage. Cette même attention sera ensuite excitée de nouveau, lorsque, examinant les fragments d'un de ces cristaux, brisé en un grand nombre de parties, elle reconnoîtra que tous ces fragments sont des rhomboïdes semblables entre eux : ce que la vérification, faite par le goniomètre, fera reconnoître facilement, en faisant voir que les angles correspondants, formés par l'inclinaison respective des faces entre elles, sont parfaitement égaux.

§ 77. Portons maintenant nos regards, sur chacun de ces fragments : nous verrons qu'ils se clivent tous parallélement à chacune de leurs faces, et qu'un très-grand nombre, surtout parmi ceux qui appartenant à des cristaux de chaux carbonatée qui annoncent, par la nature de leur transparence, l'interposition d'une substance étrangère, ont leurs faces striées parallélement à leurs bords, ainsi que le représente la fig. 1 de la partie théorique de la cristallisation, pl. 53 : ces stries sont les indications des joints naturels des lames. En clivant un de ces fragments, suivant la direction de ces joints, on le divise en d'autres petits rhomboïdes, tels que celui (a), semblables à lui, et tous par conséquent parfaitement semblables entre eux. On sent facilement que par cette division parallélement aux six plans du rhomboïde, quelque loin qu'on puisse la pousser, il ne peut résulter qu'un rhomboïde semblable à celui sur lequel on a opéré. Si, en conséquence, l'esprit conçoit cette division poussée aussi loin qu'elle puisse se faire idéalement, c'est à dire, jusqu'à ce qu'elle ne soit plus possible, suivant la même direction, par aucun moyen quelconque, on aura toujours, en dernier résultat, une molécule, infiniment petite il est vrai, mais constamment de la même forme que celle de la masse dont elle a été extraite. Cette molécule est le cristal primitif de la chaux carbonatée : elle doit être considérée

comme le noyau, et en même temps comme le modèle, de l'édifice cristallographique qui doit se construire sur elle. Tant qu'elle est à l'état de molécule, elle ne peut être, en aucune manière, perceptible à notre vue: du moment où nos yeux peuvent l'appercevoir, elle est déjà reunie à un assez grand nombre d'autres molécules semblables à elle. Mais, tant que cette réunion reste parfaitement semblable au cristal primitif, toutes propriétés de ce cristal, autres que celles qu'il tient de l'agrégation cristalline, doivent être considérées comme indices de celles qui lui appartiennent. Aussi, toutes les fois que cette molécule, par son agrégation cristalline avec un nombre quelconque d'autres molécules semblables à elle, n'a pas changé de forme, cette réunion quelque considérable qu'elle soit est constamment désignée sous le nom de *cristal primitif*.

§ 78. Si, au lieu de faire la division parallélement à toutes les faces du rhomboïde, on se contentoit de la faire parallélement seulement à l'une d'elles, telle que seroit la division qui passeroit par les joints naturels b c, et c d, fig. 1re, on détacheroit alors de dessus le cristal ou fragment, une lame mince qui seroit elle même divisible en rhomboïdes, ainsi que le représente la fig. 2. Que l'on suppose maintenant cette même lame ayant en hauteur l'épaisseur seulement d'une des molécules, quoique avec la même étendue, suivant les autres directions, on aura ce que l'on distingue en cristallographie sous le nom de *lame de la cristallisation:* lame dont l'épaisseur réelle est si peu considérable, que l'esprit seul peut se la représenter.

§ 79. Si la dernière molécule à laquelle parvient la division parallèle aux faces du cristal primitif d'une substance, n'étant plus divisible suivant la même direction, ne l'étoit pas d'avantage suivant aucune autre, cette molécule, que nous avons vu être véritablement le cristal primitif de cette substance, seroit en même temps sa molécule intégrante. Tel étoit, en effet, la manière de considérer le rhomboïde de la chaux carbonatée, a l'égard de cette substance, lorsqu'un de ces hazards heureux, auxquels la cristallographie est encore plus destinée à devoir ses progrès qu'aucune des autres sciences,

m'a fait reconnoître, il y a quelques années, que cette molécule est en outre divisible par un plan qui passe par les grandes diagonales de deux de ses faces opposées, et les bords adjacents du rhomboïde. J'ai déjà donné les détails qui concernent cette division, à la tête des observations sur les différentes modifications de la chaux carbonatée: elle nous indique, que la molécule intégrante de cette substance est un prisme trièdre, moitié exacte du rhomboïde. *

§ 80. On voit donc, que le cristal primitif sensible d'une substance, quelque soit sa grandeur, (et, par cette expression, on doit concevoir un cristal formé déja de l'agrégation cristalline d'un certain nombre de molécules de cristallisation), doit se cliver parallélement à toutes ses faces, ou indiquer du moins, d'une manière non douteuse, des joints naturels disposés suivant cette direction.

§ 81. Dans le cas où les molécules intégrantes, auxquelles nous avons donné le nom de molécules de détermination de la cristallisation, seroient en même temps aussi celles de cristallisation, l'accroissement du cristal se feroit par addition de molécules semblables à elles. Mais, lorsque ces molécules se réunissent deux, ou un plus grand nombre, pour former la molécule de cristallisation, ou le véritable cristal primitif de la substance, l'accroissement a lieu, soit par addition de molécules semblables à celles de cristallisation, tel que dans les rhom-

* On verra, aux observations sur l'état actuel des connoissances cristallographiques, qu'il paroit que cette molécule intégrante de la chaux carbonatée est, en outre, divisible elle-même, suivant deux autres directions, l'une passant par les grandes diagonales des plans du rhomboïde primitif, et perpendiculaire à son axe, et l'autre passant par les petites diagonales et les bords adjacents du rhomboïde: cette division partageroit, bien certainement, la molécule intégrante, en d'autres molécules, qui cesseroient d'être toutes égales et semblables entre elles. On ne peut donc considérer ces dernières molécules, que comme une indication de la forme de celles constituantes de la substance. Mais cette observation, une des plus importante, sans doute, de la cristallographie, est encore trop récente, ne s'est pas étendue sur un assez grand nombre de substances, et n'a pas encore été assez travaillée, pour que j'ose la placer ici autrement que comme un fait qui mérite de fixer sur lui une attention particulière, qui le rende l'objet d'un nouveau travail. Adoptant pour moi-même cet avis, à mesure que je décrirai les substances, dans la suite de cet ouvrage, j'indiquerai, dans chacune d'elles, les faits qui me paroitront devoir conduire à la forme de la molécule constituante, lorsque la substance même me permettra de faire à cet égard quelques observations.

boïdes, le cube, et tous les prismes, &c. soit par addition de molécules de détermination, tel que dans les octaèdres, les dodécaèdres, &c. Les faits particuliers qui concernent ces différents accroissements, seront traités avec détail, lorsque je m'occuperai des substances dont le cristal primitif appartient à chacun des divers solides simples de la géométrie. Mais j'observerai ici, que rarement la molécule intégrante des substances minérales est la même que celle de cristallisation, ou à laquelle appartient le cristal primitif.

§ 82. Observons maintenant, comment, d'après la structure même des cristaux, la nature nous indique les moyens dont elle s'est servi pour parvenir à l'accroissement de la molécule, cristal primitif. On sentira, en même temps, que ce qui va être dit, à l'égard de la chaux carbonatée, pourroit être appliqué de la même manière aux autres substances, à quelques légères différences près, apportées par celles qui peuvent exister entre leurs cristaux primitifs.

Soit le petit rhomboïde, fig. 3, considéré comme étant la molécule, cristal primitif, de la chaux carbonatée. Comme le clivage nous a appris, que c'est sur les faces de ce rhomboïde que se placent les molécules, c'est donc sur chacune de ses 6 faces que réside le pouvoir attractif, envers les molécules semblables à lui. Il se place en conséquence, sur chacune de celles de ce petit rhomboïde, un autre rhomboïde semblable à lui: et il s'y place, nécessairement, de manière à ce que, le placement terminé, les centres de gravité, qui doivent être en même temps ceux d'attraction, de tous ces petits rhomboïdes, soient de toute part en ligne droite: en conséquence ils s'ordonnent entre eux, ainsi que le représente la fig. 4. Cette espèce de croix une fois formée, les nouvelles molécules qui viennent s'y réunir; ont une place obligée, qu'elles sont forcées d'occuper. Se trouvant sous l'influence d'une double attraction, dans tous les angles rentrants, formés par la rencontre de deux plans, tels que ceux désignés par les lettres a, a, elles se placent nécessairement dans ces angles, et finissent par amener le cristal à l'état de plein parfait, représenté sous la fig. 5, premier dégré de l'accroissement du cristal primitif. La cristallisation continuant, sous le

même mode, les nouvelles molécules se placent sur les plans du rhomboïde dû à ce premier accroissement, et cela, d'après la même raison que celle qui vient d'être donnée, de manière à ce que chacune d'elles se pose directement sur le plan à decouvert des molécules placées à la surface, ainsi que le représente la fig. 6. Par suite de la même raison aussi, les molécules qui suivent remplissent les angles rentrants formés par ce nouvel accroissement, et amènent le cristal au plein représenté sous la fig. 7, second dégré d'accroissement du cristal primitif; et ainsi de suite, en suivant toujours le même mode. On voit par là que le nombre des molécules que doit contenir chacun des différents dégrés d'accroissement est en rapport avec les cubes des nombres, 3, 5, 7, 9, &c. c'est-a-dire que le rhomboïde dû au premier accroissement, contient 27 molécules, le 2me 125, le 3me 343, le 4me 729, &c. &c.

On doit observer cependant que, dans chacun de ces différents accroissements, le remplissage des angles rentrants, n'amène pas le cristal au plein parfait, dans un seul et même temps; à chacun de ces accroissements, il reste un nouveau vide, par la privation de la molécule qui termine chacun des angles solides du cristal, et est représenté par celles X. dans les fig. 5 et 7; mais on sent que ces vides doivent se remplir à l'instant même qu'ils sont formés, et avant que le cristal passe à l'accroissement suivant. Il existe donc, en réalité, trois opérations successives différentes, dans celle qui procure au cristal chacun de ses accroissements; mais, non seulement chacun d'eux est pour nous le résultat d'une opération instantanée, il en est aussi de même de la formation d'un cristal qui, du moment où il paroit à nos yeux, est déjà le produit d'un grand nombre de ces mêmes accroissements; parce qu'il en est pour nous de la brièveté du temps, comme de la division de la matière: dans les molécules, l'un et l'autre échappe à nos sens, et ne peut être saisi que par notre imagination.

On voit, en jettant un coup d'œil sur les fig. précédentes, que, quoique la cristallisation se fasse, en réalité, par suite de l'attraction distincte de molécule à molécule, cependant, d'après le système

d'arrangement que les molécules prennent entre elles, elles sont placées sur le cristal, par files ou rangées, parallèles aux bords de ses plans. On voit aussi, que chacune des faces extérieures du rhomboïde est, en conséquence, formée par un assemblage de ces rangées, qui constitue un solide d'infiniment peu d'épaisseur, mais variable dans ses autres dimensions: véritable *lame* de la cristallisation. On sent, d'après cela, qu'en détachant, par le clivage, des réunions plus ou moins considérables, soit de ces rangées, soit de ces lames, on ne fait que suivre les joints naturels de la cristallisation.

§ 83. Par cette loi de cristallisation, le cristal primitif de la chaux carbonatée, ou le rhomboïde de 101°, 32′ et 78°, 21′, pris pour exemple, prend un accroissement uniforme et régulier; mais il conserve toujours sa même forme: c'est ce que fait voir, en effet, nombre de cristaux de chaux carbonatée, qui montrent ce rhomboïde parfait d'une grandeur souvent très-considérable, et auxquels on donne habituellement, ainsi que je l'ai déjà dit, le nom de cristal primitif, par allusion à sa forme absolument semblable à celle du véritable cristal primitif, ou noyau, qui ne peut être saisi par aucun de nos sens.

Il paroit que l'auteur de la nature, en établissant les loix auxquelles elle devoit être soumise, dans ses productions, l'a fait de manière à ce que ces loix, toujours étonnantes par leur simplicité, le fussent, aussi, par le nombre immense des variations qu'elles pouvoient établir parmi ces productions. La diversité de formes que présentent les différentes substances minérales, et plus particulièrement la chaux carbonatée, démontre, en effet, que la loi à laquelle la formation des cristaux est soumise, et qui, dans sa plus grande simplicité, doit être telle que je viens de la décrire, éprouve diverses modifications. L'étude de ces différentes modifications, ainsi que celle de leur marche, dont les loix, parfaitement connues aujourd'hui, sont aussi simples que satisfaisantes, a dû dabord paroître hérissée de nombreuses difficultés: et c'est, sans contredit, à Mr. l'Abbé Haüy, que la cristallographie a l'obligation du premier développement de ces loix. Les données offerte, par la cristallisation, dans l'accroissement du cristal primitif, et la faculté que l'on a, dans

la chaux carbonatée, de détruire, par le clivage, l'édifice cristallin construit par elle, nous fournit les moyens de concevoir avec facilité, la manière dont les variations, dans les formes cristallines d'une même substance, doivent être produites, en nous en cachant cependant strictement la cause. Le clivage nous a appris que la réunion de molécules, connue sous le nom de lame, pouvoit être enlevée, et cela quelquefois très-facilement, de dessus les faces d'un cristal, et qu'en opérant cette séparation, on ne faisoit que suivre les joints naturels des molécules entre elles. Ces joints sont donc tous placés sur les mêmes lignes droites, ce qui d'ailleurs doit être une suite naturelle de la forme plane de la furface de ces molécules, de leur parfaite égalité, et du placement en ligne droite de leurs centres de gravité. Cette division peut se faire, dans tous les sens parallèles aux différents bords ou arètes du rhomboïde : les bords de toutes ces molécules doivent donc être placés les uns sur les autres, et se convenir exactement ; sans quoi, il y auroit des sens suivant lesquels le clivage ne pourroit s'éffectuer, ou, s'il avoit lieu, le plan qui lui seroit dû, ne pourroit qu'être inégal et raboteux. Toute variation que peut éprouver la loi d'accroissement du cristal primitif, ne peut donc être admise, qu'autant qu'elle est dans le cas de s'accorder exactement avec cet ordre respectif des molécules entre elles. Ce même ordre ne peut subsister, tandis que le cristal varie, que par suite d'un placement différent de ces lames ; mais, d'après ce qui vient d'être dit, ce placement lui même ne peut varier que d'une rangée de molécules à une autre rangée : tel, par exemple, qu'en plaçant les bords des nouvelles lames sur les 2me, 3me, 4me rangées, au lieu de les placer continuellement sur la première. L'observation, aidée du calcul, a fait reconnoître qu'en effet cet ordre paroissoit être celui suivi dans l'acte de cristallisation, qui donne naissance aux modifications du cristal primitif. La fig. 8, pl. 54, offre un exemple, dans lequel, les nouvelles lames que la cristallisation place successivement sur les plans du rhomboïde primitif, au lieu de poser leur bord extérieur sur la première rangée de molécules des plans du rhomboïde, placent ce même bord sur la seconde rangée : dans ce cas, toutes ces lames s'arrangent entre elles,

ainsi que le représente la fig. 8. Le résultat de cet arrangement sépare les deux pyramides, dont on peut considérer le rhomboïde formé, par un prisme hexaèdre. D'après ce mode de formation, tous les plans de ce prisme sont en réalité chargés de petits sillons parallèles entre eux et aux bords supérieurs du prisme; mais, comme ces sillons n'ont, pour profondeur, que la hauteur des molécules, qui est infiniment petite, leur profondeur est de même infiniment petite, ce qui les rend absolument insensibles à notre vue. Il est certain, cependant, que la réflection de la lumière étant interrompue par ces petits sillons, la surface des plans ne peut avoir tout le lustre qu'elle auroit si elle étoit parfaitement unie: c'est ce qui fait que, en général, les plans dûs au clivage montrent un lustre plus brillant que celui des plans qui appartiennent au cristal. D'un autre côté, il arrive fort souvent aussi, que l'imperfection de la cristallisation rend ces petits sillons sensibles, par des stries plus ou moins fortes, et dont la direction est la même.

§ 84. Cette loi, à laquelle est soumise l'attraction, a été connue jusqu'ici sous le nom *de loi de décroissement*, expression qui n'est pas parfaitement juste, ainsi qu'on peut l'observer, sur la fig. 8, pl. 54, à l'égard de la formation du cristal auquel cette figure a trait. On voit par elle que les lames de la cristallisation sont constamment de la même dimension: elles ne décroissent donc d'aucune manière entre elles, ce qui a lieu de même, dans la formation de la plupart des prismes des cristaux.

La dénomination de *loi de reculement ou de rétrogradation* me paroit lui convenir infiniment mieux, en ce qu'elle exprime exactement l'opération même qui a présidé à l'arrangement de ces lames. En considérant le mode de celui que les lames de la cristallisation suivent entre elles, dans la formation du prisme auquel appartient cette figure, on voit, en effet, d'une manière bien sensible, qu'il ne peut y avoir de décroissement dans aucune d'elles. L'attraction de la première rangée de la lame sur laquelle les nouvelles molécules se placent, devenant nulle, parce quelle est sans-doute annullée par la force de celle exercée par la seconde rangée,

la première lame superposée, au lieu de placer son bord sur celui extérieur de la première rangée, qui est aussi le bord du rhomboïde, le place sur le bord extérieur de la seconde rangée. Si le nombre de rangées qui viennent composer cette nouvelle lame, avoit pour borne la dernière de celles de la lame de surface du rhomboïde, elle auroit véritablement une rangée de moins que celle sur laquelle elle est placée ; mais, pour terminer le cristal, en unissant le bord opposé de cette lame avec celui des lames placées sur les faces adjacentes du rhomboïde primitif, la cristallisation lui ajoute une nouvelle rangée : addition qui rend alors le nombre de ses rangées, parfaitement égal à celui des rangées de la lame sur laquelle elles sont placées : cette même égalité se maintient dans toutes les lames superposées, tant que la cristallisation continue, sous le même mode de reculement.

§ 84. La fig. 9, pl. 54, représente un reculement fait de même, le long des bords de la base du rhomboïde primitif, mais par deux rangées. Dans ce cas, chaque nouvelle lame superposée, éprouvant une suppression de deux rangées, tandis quelle n'en admet qu'une en addition, il y a un véritable décroissement progressif dans les lames : c'est ce qu'on peut voir par cette fig. 9, qui ne montre qu'une moitié du cristal, celle faite d'un seul côté du rhomboïde seulement. Ce reculement ayant atteint ses limites, le cristal est passé à un dodécaèdre pyramidal aigu, appartenant à la 36[me] modification de la série des cristaux de la chaux carbonatée.

Le décroissement des lames trace en effet, dans ce cas, à la cristallisation, une limite, au delà de laquelle elle n'a plus aucun moyen quelconque de se continuer, du moins à l'égard des mêmes cristaux ; tandis que, dans le cas précédent, qui donne naissance à un prisme hexaèdre, la cristallisation n'a aucune limite déterminée, et rien ne s'oppose à sa prolongation, d'une manière indéfinie : aussi rencontre-t-on des cristaux prismatiques qui, avec le même diamètre, sont tantôt très-courts, et d'autres fois très-allongés, ce qui ne peut exister dans les modifications pyramidales.

§ 85. Un reculement plus considérable dans les lames cristallines qui se superposent, tel, par exemple, que de 3, 4, 5, 6 rangées,

donneroit de même naissance à des dodécaèdres pyramidaux; mais proportionnellement moins aigus. Cependant, l'observation est venue nous apprendre, qu'il s'en faut de beaucoup que la loi, qui détermine ainsi, par rangées, ce mode de reculement, soit suffisante pour donner naissance à toutes les variétés qui ont de même lieu par un reculement éprouvé le long des bords du rhomboïde primitif. Elle nous a montré, par exemple, qu'entre le reculement par une rangée, qui donne le prisme de la première modification, et celui par deux rangées, qui donne le dodécaèdre de la 36me, il existe d'autres dodécaèdres, qui ne peuvent, bien certainement, appartenir au reculement par une rangée, et sont trop aigus pour appartenir à celui par deux. Dans ce cas, forcé d'admettre toujours, pour la cristallisation, un mode qui pût s'accorder avec celui qui appartient aux joints naturels des molécules, il n'y avoit aucun choix à faire; il falloit nécessairement admettre que, les lames ne reculant pas suivant la première loi observée, le faisoient suivant une modification de cette même loi, qui changeoit la figure du cristal, sans changer en rien sa structure; et dont la valeur, dans le cas, par exemple, que je viens de citer, devoit être celle d'une fraction plus grande qu'un, et plus petite que deux.

Cette observation a fait présumer à Mr. l'Abbé Haüy, que les lames, obéissant toujours à la même loi de reculement par 1, 2, 3, &c. rangées de molécules, se réunissoient, en un nombre plus ou moins considérable, au moment même où elles se soumettoient à cette loi, c'est-à-dire, que la première lame, après s'être placée sur la rangée que déterminoit la loi d'attraction à laquelle elle étoit soumise, étoit succédée par une, deux, trois, &c. autres lames, sans aucun reculement quelconque, après quoi le même ordre recommençoit, et se continuoit, sous le même rapport, jusqu'à la fin de la cristallisation. Ce genre de reculement, qui se feroit alors par un certain nombre de rangées en largeur, et un autre en hauteur, pourroit être, à l'égard de son action dans la cristallisation, représenté par une fraction, dont le nombre de rangées de reculement en largeur seroit le numérateur, et celui en hauteur, le dénominateur. Le calcul a

démontré que cette présomption étoit en effet parfaitement fondée. La fig. 10 représente, dans la superposition d'une seule lame, un reculement ayant $\frac{3}{2}$ pour expression, ou ayant lieu par trois rangées en largeur, sur deux lames de hauteur: il appartient à la 39me modification de la série des cristaux de la chaux carbonatée.

§ 87. Si le reculement par une simple rangée, au lieu de se faire le long des bords de la base du rhomboïde primitif, a lieu le long de ses arêtes, il met de même un plan en place de ces arêtes; et, comme les nouvelles lames qui se superposent, selon ce mode de cristallisation, décroissent toutes progressivement, il arrive une époque où ces lames sont réduites, à ne plus être qu'une simple molécule: la cristallisation a alors atteint ses limites. Dans ce cas, chacun des nouveaux plans, produit par le reculement, est devenu un rhombe; et, comme ces plans sont au nombre de six, placés en opposition trois à trois, ainsi que l'étoient les arêtes du rhomboïde primitif, dont ils ont pris la place, le résultat de ce reculement poussé jusqu'à ses limites, est un rhomboïde beaucoup plus obtus que celui primitif. On peut voir, à la quatrième modification, qui appartient à ce mode de reculement, ce que je viens de dire, développé par les cristaux, fig. 23, 24, 26, et 28 de la planche 3, qui ne sont que des représentations fidelles de ceux qui existent dans la nature.

§ 88. Si, au lieu de ne se faire que par une seule rangée, le reculement qui a lieu le long des arêtes, se fait par deux ou plusieurs rangées, ou même aussi selon la valeur d'une fraction, c'est-à-dire, par rangées en largeur, et une réunion de plusieurs lames en hauteur, ainsi que nous l'avons vu, dans les reculements le long des bords de la base, le plan produit, par cette loi, de chaque côté de chacune des arêtes, n'est plus placé sur un même niveau, avec celui produit de l'autre côté de la même arête, par suite du reculement des lames placées sur les deux autres plans adjacents du rhomboïde. Chacune des arêtes est, dans ce cas, remplacée par deux plans; ce qui donne alors naissance, ainsi que nous l'avons vu, dans le reculement le long des bords de la base, à un dodécaèdre pyramidal, mais obtus:

et, l'on peut sentir très-facilement, que ce dodécaèdre sera d'autant plus obtus que le reculement sera plus prompt, c'est-à-dire, qu'il se fera par un plus grand nombre de rangées. On trouvera différents exemples de ce reculement, dans les planches qui renferment les dodécaèdres obtus de la chaux carbonatée.

On voit donc que, dans le rhomboïde, de tous les reculements qui peuvent avoir lieu le long des bords de la base, et parallélement à ses bords, un seul, celui qui a lieu par une rangée, donne un prisme ; tandis que tous les autres donnent, ou tendent à donner, lorsque la cristallisation a atteint ses limites, des dodécaèdres pyramidaux aigus. On voit aussi que, de tous ceux qui peuvent avoir lieu le long des arêtes, un seul, celui qui a lieu par une seule rangée, donne un rhomboïde : tandis que tous les autres donnent, ou tendent à donner, lorsque la cristallisation a de même atteint ses limites, des dodécaèdres pyramidaux obtus. Mais, dans nombre de substances, il y a tels de ces reculements, qui paroissent déstinés à n'atteindre jamais leurs limites.

§ 89. Les bords ne sont pas les seules parties des cristaux primitifs, qui soient soumises aux divers variations des loix de la cristallisation : les angles partagent avec eux cette disposition ; et même, dans la chaux carbonatée, le reculement qui a lieu à leur égard, dans les lames cristallines qui se superposent, donne naissance au plus grand nombre des modifications propres à cette substance ; mais ces reculements offrent quelques faits particuliers, qui ont besoin d'explication.

§ 90. Quoique, jusqu'ici, nous n'ayons considéré les joints des molécules, que relativement à leur situation parallèle aux bords des lames, on sent très-bien, en jettant un coup d'œil sur la lame représentée par la fig. 2, que ces mêmes molécules forment en outre par leur arrangement, des rangées parallèles aux deux diagonales des plans du rhomboïde de la chaux carbonatée, que nous avons pris pour exemple jusqu'ici, et qu'il existe conséquemment, entre elles, des joints naturels ayant les mêmes directions. On sent de même, la grande difficulté que l'on doit rencontrer, de séparer ces

molécules, telles que celles a et b, fig. 2, suivant ces mêmes joints, à raison de la double attraction qui les unit, et qu'on auroit à vaincre pour cela : je n'ai jamais pu réussir à y parvenir.

Il est donc très-aisé de concevoir que, lors de la superposition des lames, sur les faces du rhomboïde primitif de la chaux carbonatée, les loix auxquelles la cristallisation est soumise peuvent leur faire prendre, entre elles, le même ordre de reculement que nous avons vu exister le long des bords, et les faire en conséquence se placer, soit sur la seconde, soit sur la troisième, soit sur la quatrième rangée, &c.

§ 91. Soit fig. 11, un rhomboïde primitif de la chaux carbonatée composée déjà, par accroissement, d'un certain nombre de molécules ; soit indiqué en même temps, sur lui, aux angles obtus qui concourent à la formation de l'angle solide du sommet, par des lignes plus fortes que celles qui marquent les simples joints des molécules, un reculement par une simple rangée, qui est indiqué, dans cette figure, sur deux lames seulement. Quelle que soit la grandeur du cristal, on voit très-clairement, que le reculement par une rangée, fixe la première lame sur les deux molécules b, b : opération par laquelle la molécule a, qui répond à celle qui, dans la lame inférieure, termine la pointe de l'angle obtus, est suprimée. Il reste donc, en place de cette molécule, une cavité, et c'est cette cavité qui forme le premier plan produit par ce reculement, plan dont les bornes sont les parois mêmes de la cavité, qui viennent aboutir aux deux extrémités des grandes diagonales de la molécule suprimée. On voit de même, que l'emplacement de la seconde lame est fixé sur les trois molécules c, c, c ; ce qui suprime, sur chaque plan, les deux molécules, b, b, et laisse de même, à leur place, des cavités dont s'augmente le plan produit par le reculement, en plaçant ses bornes, d'après ce qui vient d'être dit, à l'extrémité de la ligne formée par la réunion, bout-à-bout, des deux grandes diagonales de l'emplacement laissé par les deux molécules suprimées.

On voit donc par là : 1° que le reculement par rangées, aux angles du sommet du rhomboïde de la chaux carbonatée, n'est en réalité, eu égard à la formation du plan qui en doit naître, qu'un recule-

ment par la moitié des petites diagonales des plans du rhomboïde ; 2° que les plans auxquels ce reculement donne naissance, sont, en réalité aussi, couverts d'aspérités et de cavités ; mais, comme elles sont infiniment petites, elles ne peuvent, en aucune manière, être sensibles à notre vue, et, lorsque la cristallisation n'a éprouvé aucune irrégularité, la surface des cristaux paroit à nos yeux parfaitement lisse : mais, je le répète, cette surface n'a jamais l'éclat brillant de celles dues au clivage. J'ai représenté, sous la fig. 12, l'arrangement qui appartient à la superposition de 3 lames de suite, sous un reculement par une seule rangée, et sur une seule face du rhomboïde : il est facile d'en faire l'application à ses autres faces. J'ai représenté aussi, sous les fig. 13 et 13[bis], le plan de remplacement de l'angle solide du sommet du rhomboïde, sous le même reculement. Le calcul, d'accord avec l'indication offerte par la figure, fait voir que, par ce reculement que nous avons dit se faire par une simple rangée, les trois plans produits sont sur un même niveau, et n'en forment en conséquence qu'un seul perpendiculaire à l'axe du rhomboïde. Si le reculement étoit plus prompt, c'est-à-dire, s'il avoit lieu par plus d'une rangée, chacune des trois faces produites étant plus inclinée, ne seroit plus dans un même plan avec les autres ; et cet angle solide seroit alors remplacé par trois plans.

§ 92. Jusqu'à présent il n'a été question que du reculement des lames aux angles obtus, dont la réunion forme l'angle solide du sommet du rhomboïde, ceux qui ont lieu aux angles obtus qui reposent sur la base, ainsi qu'à ceux aigus qui concourent avec eux à la formation des angles solides de cette même base, sont soumis aux mêmes loix de la cristallisation, et elle y suit la même marche ; c'est-à-dire, que le reculement des lames s'y fait, soit par une, soit par deux, trois, &c. rangées, soit enfin par un nombre de rangées équivalent à une fraction. J'ai représenté, sous la même figure 11, et aux angles obtus de la base, un reculement par deux rangées, ayant pour bornes du plan de remplacement, les lignes ponctuées o n, r t: et, à un des angles aigus, un reculement de même par deux rangées, ayant pour bornes des plans de remplacement, les

lignes o f, r s. On sent facilement que le même raisonnement qui a été employé à l'explication du reculement des lames, aux angles obtus du sommet, trouve ici absolument la même application.

§ 93. Ainsi que nous avons vu, dans le reculement par une rangée qui a lieu le long des bords formés par la rencontre de deux plans également inclinés, que ce reculement donne toujours naissance à un seul plan ayant une direction parallèle à ces mêmes bords, de même, lorsqu'il a lieu aussi par une rangée, et est fait à un angle solide quelconque formé par la rencontre d'un certain nombre d'angles égaux, et symétriquement placés, il n'existe qu'un seul plan de remplacement, pour cet angle solide, et ce plan est de même également incliné sur ceux sur lesquels se sont placées les lames soumises au reculement qui lui a donné naissance. Il est aussi de règle générale, ou du moins soumise à fort peu d'exceptions que, lorsqu'un cristal primitif est symétrique dans ses bords et dans ses angles, tel que les différents rhomboïdes, l'octaèdre régulier, le cube, le dodécaèdre et le tétraèdre régulier, le mode de reculement qui a lieu à un de ses angles solides, ou à un de ses bords, est éprouvé de même à tous ceux de ses autres angles ou bords qui sont semblablement placés; et lorsque les angles qui concourent à la formation des angles solides sont égaux, il est assez général aussi que le reculement des lames, qui a lieu à l'un d'eux, a lieu aussi et de la même manière pour les autres. Les angles solides de la base des rhomboïdes, et particulièrement de celui de la chaux carbonatée, dont il est ici question, étant au contraire formés par la rencontre de trois angles, dont deux seulement sont aigus, et le troisième obtus, un reculement de lames par un nombre quelconque de rangées, peut avoir lieu à l'angle obtus, sans avoir de même lieu aux angles aigus, et *vice versâ*.

§ 94. Le calcul fait voir que le reculement par deux rangées, fait aux angles obtus de la base, donne naissance à un plan, qui est parallèle à l'axe du rhomboïde, et qui, par conséquent, sépare les deux pyramides du rhomboïde primitif de la chaux carbonatée, par un prisme hexaèdre intermédiaire : c'est la 2me modification de la série des cristaux de la chaux carbonatée, donnée dans cet ouvrage.

On peut observer, par la formation de ce prisme sur le cristal primitif, que représentent les fig. 10 et 11, pl. 2, que, pour parvenir à cette formation, les lames cristallines éprouvent un accroissement régulier, le long des bords du rhomboïde, et un véritable décroissement, par reculement, aux angles de la base, jusqu'à la réunion entre eux des nouveaux plans formés; après quoi, toutes les lames qui continuent à se superposer, restent égales entre elles, quelle que soit la durée de la cristallisation.

Cette égalité dans les lames, dont la superposition peut alors allonger le prisme indéfiniment, est une suite de la disparition des bords appartenant à la base du rhomboïde primitif: ces bords ne peuvent plus, en conséquence, servir de limites aux nouveaux plans formés. Du moment où ils disparoissent, qui est celui où les nouveaux plans, tels que m p n, parviennent à se toucher, les limites de ces plans sont fixées par des parallèles à l'axe, menées par chacun des angles saillants de la base, et le milieu de chacun de ses côtés, ainsi que le représentent, sur la fig. 14, les lignes a b, c d, f g, h i, et leurs lames sont toutes, en conséquence, parfaitement égales. Dans la formation de ce prisme, à mesure que les lames cristallines reculent de deux rangées, aux angles obtus qui reposent sur la base, elles augmentent de deux rangées aussi le long des bords supérieurs ou arêtes du rhomboïde : ces lames sont donc maintenues, en effet, dans un état constant d'égalité. La fig. 14, qui représente par des lignes ponctuées l'accroissement du prisme, depuis l'instant où la réunion de ses plans a fait disparoître les bords de la base du cristal primitif, fait voir, d'une manière bien sensible, cette invariabilité, dans les dimensions des lames cristallines qui procurent cet accroissement.

§ 95. Le calcul fait de même voir, que le reculement par une seule rangée, fait aux angles aigus de la base, donne naissance à deux plans qui n'en forment qu'un, étant tous les deux sur un même niveau, et que ce plan est incliné sur l'axe, vers le sommet du rhomboïde. Lorsque les plans qui appartiennent à ce reculement, ont atteint leurs limites, il en résulte en conséquence un rhomboïde plus aigu que celui primitif : il appartient au rhomboïde muriatique,

qui fait la 17me modification de la série des cristaux de la chaux carbonatée.

§ 96. Dans ces reculements faits, soit à un, soit à plusieurs des angles qui concourent à la formation d'un angle solide, mais avec inégalité dans ces mêmes angles, quoiqu'il n'y ait de nouveaux plans formés, d'une manière sensible, qu'à un, ou quelques-uns de ces angles, le reculement qui donne naissance à ce plan, en nécessite un aussi sur les autres angles ; mais ce dernier, auquel on donne le nom de reculement *auxiliaire*, demande quelques éclaircissements particuliers.

Dans le reculement qui donne naissance au prisme hexaèdre, en remplacement des angles saillants de la base, dont nous venons de parler, ce reculement, ayant lieu par deux rangées aux angles obtus, peut être représenté par les lignes fortement prononcées de la fig. 11, et les bornes du nouveau plan auquel il donne naissance, par celles ponctuées, o n et n t, formées par la réunion, bout-à-bout, des grandes diagonales des molécules de la rangée, sur laquelle se placent les bords des lames superposées. Portant maintenant notre attention sur le reculement de la première lame, nous observerons que, par l'emplacement de cette lame, il ne se pose aucune molécule sur celles y, x et z, appartenant à la lame qui avoit dévancé, et que parconséquent ces molécules sont en réalité suprimées de la dernière. Mais ces molécules appartiennent en même temps aux lames qui se superposent sur les autres faces du rhomboïde : ces lames éprouvent donc de même, et cela forcément, un reculement. Le plan de remplaçement produit par le reculement total, a donc alors pour bornes, sur ces faces, les lignes o f et n f ; mais ces lignes ne coupent pas également les côtés qui renferment l'angle vers lequel se fait le reculement, puisque, tandis qu'elles prennent deux, quatre, &c. molécules sur celui qui appartient à la base du rhomboïde, elles n'en prennent qu'une, deux, &c. sur celui qui appartient à ses arêtes : elles ne sont parconséquent, pas, parallèles à l'une des diagonales des plans du rhomboïde, ainsi que le sont celles, o n et r t. Les reculements qui ont ainsi lieu, suivant des directions qui rendent

inégaux les côtés des angles vers lesquels ils ont lieu, ont été nommés *intermédiaires* par Mr. l'Abbé Haüy, et cette expression rend parfaitement bien leur nature. Ainsi, tout reculement direct, à quelques-uns des angles qui concourent à la formation d'un angle solide, en exige toujours un auxiliaire, aux autres, et ce dernier est le plus souvent intermédiaire; il existe cependant nombre de cas, dans lesquels il est direct aussi; tel seroit, par exemple, celui qui, ayant lieu à l'angle obtus de la base du rhomboïde primitif de la chaux carbonatée, auroit pour borne la réunion des diagonales, o n, et n s et dont les reculements auxiliaires auroient pour bornes celles, o s et t s.

Chacun des reculements qui ont ainsi lieu aux angles qui concourent à la formation d'un angle solide, donne naissance à une face; mais, lorsqu'il n'existe qu'un seul reculement principal, et que les autres ne sont que des reculements auxiliaires, les faces produites par ces derniers, sont sur un même plan que celles produites par le reculement principal, et ne font que lui servir de complément. Il n'y a donc alors qu'un seul plan de produit.

Il arrive quelquefois, dans ces reculements intermédiaires, que les lames cristallines, au lieu de reculer par un nombre plus considérable de molécules, sur les bords de la base que sur les arêtes, agissent en sens contraire, et il en existe de fréquents exemples dans la chaux carbonatée. J'ai représenté, sous la fig. 15, un de ces reculements qui, étant direct et principal à l'angle obtus de la base du rhomboïde, y a lieu par deux rangées, tandis qu'il est auxiliaire et intermédiaire aux angles aigus, et y a lieu par trois molécules sur les arêtes, et deux seulement sur les bords de la base. La réunion de ces trois reculements, lors qu'ils ont atteint leurs limites, donne naissance à un rhomboïde aigu.

Ces reculements auxiliaires expliquent pourquoi, dans la fig. 14, qui est le résultat d'un reculement par deux rangées, aux angles obtus de la base, il paroit y avoir de même un reculement aux angles aigus: ce dernier existe en effet; mais il est auxiliaire du premier.

§ 97. Les reculements le long des bords, sont sujets à être de même accompagnés de ceux auxiliaires forcés : c'est ainsi, par exemple, que, si il se faisoit, sur le rhomboïde, un reculement le long de l'arête a b, fig. 16, d'un seul côté seulement, et par trois rangées de molécules, ce qui produiroit un plan, dont les bornes seroient tracées par la ligne c d, ce reculement en entraîneroit trois autres auxiliaires ; un simple, par un seule rangée, sur le plan a p n b du rhomboïde ; un intermédiaire, fait suivant une direction qui prendroit trois molécules sur le côté m b, et une sur celui b n, dans le plan m b n o ; et un autre semblable dans le plan opposé.

§ 98. Il existe encore, pour les lames, un autre genre de reculement, qui se fait aux angles aigus de la base, et met un plan en place de chacun d'eux ; ce qui remplace par deux plans les angles solides de la base. Ce mode de reculement est assez fréquent, dans la chaux carbonatée, où il donne naissance à un grand nombre de modifications qui, pour la très-grande partie, n'ont jamais été décrites. Le cristal qui en résulte, est généralement un dodécaèdre pyramidal aigu, et, généralement aussi, il se soumet au clivage, dans un sens opposé à celui du clivage qui a lieu sur les dodécaèdres pyramidaux, qui sont le résultat de reculements aux bords de la base du rhomboïde : ces derniers se clivent sur leurs arêtes les plus obtuses, tandis que les dodécaèdres dûs au reculement dont il est ici question, se clivent sur leurs arêtes les moins obtuses. Les reculements de ce genre sont pour l'ordinaire, dans la chaux carbonatée, du nombre de ceux intermédiaires ; et, comme alors le nombre des molécules retranchées, sur les trois bords qui concourent à la formation des angles solides de la base, est différent sur chacun d'eux, il en résulte deux faces, en remplacement de chacun des angles aigus : il s'en forme deux aussi en remplacement de l'angle obtus ; mais elles ne sont qu'auxiliaires, et ne servent que de complément aux deux premières.

Supposons, par exemple, un reculement de ce genre, et qui, ainsi que le représentent les lignes ponctuées de la fig. 17, prenne trois molécules sur l'arête a b, et quatre sur l'arête m b, ou sur celle n b, et

n'ayant lieu que sous une lame de hauteur, ne prenne qu'une molécule sur l'arête n b, ou sur celle m b : il est très-sensible que ce reculement produira une face, en remplacement de chacun des angles aigus ; ce qui en donnera deux, pour remplacement de l'angle solide, dont l'une aura pour bornes les lignes x y, y d, et d x, et l'autre celles x z, z o et o x. Il est sensible aussi, qu'il se fera, en même temps, un reculement forcé et auxiliaire à l'angle obtus, qui produira de même deux plans, destinés à servir de complément aux deux premiers ; et ces deux plans auront un point de réunion entre eux placé sur les petites diagonales des molécules. On sent que ce mode de reculement, ainsi que ceux qui ont précédés, peut être simple, ou, ce qui est le plus ordinaire, composé, c'est-à-dire, qu'il peut se faire par rangées simples, ou par rangées doubles, triples, quadruples en hauteur, &c. &c.

§ 99. Nous ne possédons aucune donnée quelconque qui puissent nous mettre à même d'entrevoir, si la loi à laquelle l'attraction de cristallisation est soumise, et qui fait si considérablement varier les formes des cristaux, par les différents reculements qu'elle occasionne, dans l'emplacement des molécules cristallines, a des bornes établies, ni quelles sont ces bornes. La seule chose que je puisse assurer, c'est que, si elles existent, elles sont infiniment plus reculées qu'on ne l'a pensé jusqu'ici. Mr. l'Abbé Haüy, page 88 du premier volume de son traité de minéralogie, dit n'avoir observé dans les cristaux, aucun reculement plus considérable que celui par six rangées ; je puis assurer positivement que la loi de reculement, dans les molécules ou dans les lames cristallines qui sont dues à leur réunion, s'étend beaucoup au delà de ce terme : la seule série des cristaux de chaux carbonatée, donnée dans cet ouvrage, en est une démonstration bien frappante. Cette loi de reculement, dont l'observation première a bien certainement été due à Mr. l'Abbé Haüy, est un des faits les plus certains que nous possédions, tant en minéralogie, qu'en chimie et en phisique ; puisqu'elle est, non seulement phisiquement démontrée, par la dissection des cristaux qui se soumettent au clivage, mais encore mathématiquement, par

le calcul. Nous pourrions bien cependant, n'avoir pas exactement saisi la manière dont elle a quelquefois lieu, soit dans les reculements mixtes ou composés, tels que ceux par plusieurs rangées en hauteur, soit dans ceux intermédiaires ; mais, si la démonstration n'est pas aussi rigide, à l'égard de la manière suivant laquelle nous les avons considérés, du moins a-t-elle pour elle une telle latitude de probabilités, qu'elle équivant presque à une démonstration complette.

§ 100. Quelle peut être la cause qui fait ainsi varier l'emplacement des molécules, au moment de la cristallisation ? On n'a donné jusqu'à présent sur elle aucune explication satisfaisante ; ou même, pour mieux dire, on n'en a donné aucune. Il étoit impossible de se livrer autant que je l'ai fait à la minéralogie, et spécialement à la cristallographie, sans éprouver un grand desir de connoître cette cause, et sans porter habituellement mon attention sur elle, et profiter de toutes les circonstances qui pouvoient laisser entrevoir une route, par laquelle on pût, sinon y parvenir avec cette preuve démonstrative qu'il nous est si difficile d'obtenir à l'égard des objets qui, échappant à nos sens, ne peuvent être soumis à leur action, du moins avec cet ensemble de vraisemblances qui, jusqu'au moment de la démonstration, en tient lieu.

Je crois devoir tracer ici l'opinion à laquelle l'observation continuelle, sur tout ce qui pouvoit avoir trait à cette grande question, m'a conduit. Je la soumets au jugement qui en sera porté par le minéralogiste, le chimiste et le phisicien observateur, comme étant du moins un premier essai fait à cet égard.

La cause qui peut faire varier la forme des cristaux, par le reculement des lames de la cristallisation, ne peut résider dans les molécules de cristallisation elles-mêmes. Constamment de la même figure et de la même grandeur, composées des mêmes molécules constituantes réunies en même nombre et combinées de la même manière, tout est identique entre chacune d'elles ; et la forme, ainsi que la nature de ces molécules de cristallisation, de même les propriétés qui dépendent de l'une et de l'autre, doivent être invariables. Leurs centres de gravité

doivent être, par conséquent, semblablement placés, leur force attractive doit aussi être toujours la même, et elles doivent nécessairement s'arranger constamment entre elles, de manière que leurs centres de gravité soient toujours placés dans des lignes droites.

D'après la grande variation qu'éprouvent les formes des cristaux d'une même substance, cette cause, quelle qu'elle soit, doit être, par sa nature, sujette elle même à éprouver un grand nombre de variations ; mais, quoique ces variations ne puissent dépendre, en aucune manière, des molécules cristallines mêmes, elles doivent cependant avoir un très-grand rapport avec la nature de leur substance, puisque, tandis que les cristaux de certains minéraux sont sujets à varier considérablement dans leur forme, ceux qui appartiennent à d'autres, n'admettent au contraire que très-peu de variétés.

Ces variations paroissent dont dépendre d'une cause, sur laquelle la nature de la substance à laquelle appartiennent les molécules cristallines doit avoir plus ou moins d'action ; mais dont l'existence est hors des molécules elles-mêmes : et, dans la même substance, cette action doit être sujette à éprouver diverses variations. Ces variations, en outre, paroissant être constantes, dans les mêmes circonstances, et agir de la même manière, dans la formation des cristaux qui prennent naissance sous elles, leur cause doit être soumise à des loix, qui les empêchent de dépendre du hazard, et les soumettent à une marche régulière.

§ 101. D'après ces considérations, observant : 1° que les molécules des corps, d'après ce qui a été établi au § 107 de l'introduction, ne sont pas en un contact immédiat, mais que tout semble démontrer que celles intégrantes des minéraux, sont séparées par une athmosphère de calorique, fixée autour d'elles par l'attraction par approche, tandis que leurs molécules constituantes sont séparées par une athmosphère de fluide électrique, fixée autour d'elles de la même manière ; 2° que l'athmosphère de calorique, placée entre les molécules intégrantes, doit varier en épaisseur, selon le changement qui arrive dans la température, changement (qui § 103, introd.) provient de celui qui arrive dans son mouvement, et en produit un aussi,

dans la force de son attraction sur les molécules intégrantes des minéraux ; 3° que le fluide électrique, fixé, par l'attraction par approche, entre les molécules constituantes, doit être soumis aux mêmes variations ; 4° enfin, que, parmi les substances minérales, il y en a plusieurs qui admettent en outre, entre leurs molécules intégrantes, de l'eau de cristallisation. Combien n'apperçoit-on pas de causes différentes qui pourroient faire varier leur forme cristalline ? Ces causes existeroient en effet, ainsi que nous l'avons dit, hors des molécules intégrantes de ces substances ; mais, en même temps, on sent très-facilement, que la nature particulière de ces mêmes molécules, auroit une très-grande influence sur elles.

En effet, ne sembleroit-il pas naturel de penser, d'après cet exposé, que le pouvoir attractif des molécules intégrantes des substances minérales, étant d'autant moins puissant, que l'athmosphère de calorique qui les environne est considérable, l'action exercée par ces molécules les unes sur les autres, doit varier proportionnellement à la variation que cet athmosphère peut éprouver ? dans ce cas, leur placement ne doit-il pas se faire de manière à se rapprocher d'autant plus du centre de gravité général du système composé par les molécules qui ont précédé, que l'attraction qui leur est propre aura été affoibile : et, par cela même, changer de place, par rapport à ce même système, à mesure que l'athmosphère qui les environne éprouve quelques changements, mais cependant, sans que les molécules dévient en rien de la position relative qui maintient leurs centres de gravité dans les mêmes lignes droites ? je conçois qu'il pourroit même arriver tels cas, dans lesquels les molécules, pour se réunir à celles qui auroient précédé, auroient besoin de fortifier leur pouvoir attractif : de là viendroit la réunion de deux, trois et souvent beaucoup plus de lames en hauteur, dans un simple reculement.

On sent parfaitement, que ce qui vient d'être dit, sur la nature de la cause qui peut faire varier le cristal primitif des substances minérales, n'est qu'un très-léger apperçu, qui demanderoit un plus grand développement. Si l'opinion sur laquelle il est établi, pouvoit paroître mériter d'être adoptée, il seroit très-facile de lui donner ce

développement, et l'observation portée, avec suite et attention, sur la théorie qui lui sert de base, pourroit sans-doute parvenir à rectifier les imperfections qu'elle doit nécessairement renfermer : dans tous les cas, j'aurai du moins cherché à établir les premières données qui aient encore été offertes sur cet objet, et, si je ne suis pas trop fortement dans l'erreur, elles doivent un jour conduire à des résultats très-capitaux.

QUATRIÈME PARTIE.

APPLICATION DU CALCUL À LA DÉTERMINATION DES LOIX PRÉCÉDENTES, DANS LA CRISTALLISATION DE LA CHAUX CARBONATÉE.

§ 102. Cette quatrième partie est destinée à donner la méthode de parvenir, par le calcul, à la connoissance de tout ce qui peut appartenir à la mesure des angles des diverses modifications de la chaux carbonatée, lorsque leurs plans ont atteint leurs limites, c'est-à-dire lorsque ces modifications sont complettes.

On ne peut bien certainement donner, à cet égard, une méthode ni plus belle, ni plus exacte, ni même plus claire que celle qui a été donnée par Mr. l'Abbé Haüy; aussi n'est-ce nullement mon projet; mais je me suis très-fréquemment apperçu que, parmi les personnes qui se livrent à l'étude de la minéralogie, un très-grand nombre, quoique ayant des connoissances géométriques, sont totalement étrangères à l'algèbre et à ses formules. J'ai de même été à portée de voir, très-souvent aussi, que cette raison seule empêchoit un grand nombre de minéralogistes, faits à tous égards pour être regrettés par la science, de se livrer à l'étude de la cristallographie; ce qui conduit souvent même quelques-uns d'eux, jusqu'à nier son utilité et même son exactitude. Cette observation m'a déterminé à donner une méthode qui n'ait pour base que la trigonométrie rectiligne simple; et dont les principes et les détails, privés de toute formule algébrique quelconque, fussent si simples et si faciles à saisir, qu'il ne pût rester aucune difficulté à vaincre, à celui qui, après avoir parcouru la méthode, voudroit en faire l'application. Je ne donnerai ici que ce qui concerne les calculs de la chaux carbonatée; mais on sentira facilement, qu'ils sont absolument les mêmes pour tous

les rhomboïdes, et même pour le cube, ainsi que pour les prismes tétraèdres, soit rectangulaires, soit rhomboïdaux, dont les rapports entre les côtés, de même que ceux entre les angles, sont connus. On sentira facilement aussi, que cette méthode est encore la même, pour les substances, dont les formes du cristal primitif sont, ou l'octaèdre, ou le dodécaèdre, ou le tetraèdre, ou enfin les prismes hexaèdres et triangulaires, à quelques variations près, dans les données que l'on est dans le cas d'établir pour en faire usage, et qui proviennent seulement des différences dans la forme, ce qui en occasionne nécessairement une dans les coupes à faire sur ces cristaux, pour se rendre maitre de leur structure. J'établirai ces données à mesure que je décrirai les substances, dans lesquelles les formes du cristal primitif ne seront plus des solides à surfaces cernées par six plans.

§ 103. Je dois aussi observer ici que, sous l'expression de modification du cristal primitif d'une substance quelconque, j'entends, ainsi que je l'ai dit, dans la table des expressions usitées en cristallographie, son passage à une forme secondaire, par un reculement quelconque des lames cristallines, soit le long des bords, soit aux angles de ce cristal primitif; et, par celui de variété, la différence que peut apporter dans les cristaux, soit quelque irrégularité dans l'accroissement de leurs faces, soit leur combinaison avec les plans d'une ou de plusieurs des autres modifications.

§ 104. Les premières connoissances à acquérir, par la personne qui désire se livrer à l'étude de la cristallographie, est l'usage du goniomètre, dans la mesure des angles des cristaux. Quoique cet usage soit très-facile, la manière d'en placer exactement les branches; de les maintenir sur les bords du cristal, si c'est la rencontre des bords ou des arêtes qu'on veut mesurer; de les placer exactement sur la partie des plans qui correspond aux bords, si c'est l'angle formé par la rencontre d'un plan avec un bord que l'on désire prendre; et enfin, de les placer d'une manière exactement perpendiculaire sur le bord formé par la réunion de deux plans, si c'est l'angle d'incidence qu'ils forment entre eux que l'on veut déterminer, demande une habitude parfaitement contractée de se servir de cet instrument.

L'éléve cristallographe, ne peut donc dans les commencements, trop mesurer les angles des différents cristaux, même de ceux déjà connus: il apprendra d'ailleurs, par les mesures des angles déjà déterminés, à assurer sa main, et à perfectionner son coup d'œil. Ce dernier objet est un article très essentiel, et qui m'a toujours semblé être un des plus longs à acquérir. J'ai vu beaucoup de personnes, même déjà exercées dans la manière de prendre la mesure des angles, croire être arrivées à une parfaite justesse, tandis qu'en réalité elles étoient à un ou deux dégrés près, et quelquefois même plus, de la véritable mesure, à laquelle il étoit possible d'atteindre avec l'instrument. Le principe le plus certain, pour parvenir à cette justesse, est de placer exactement le cristal et l'instrument à la hauteur de ses yeux, et tellement situé entre eux deux, que chacun d'eux puisse saisir également le rapport d'une des deux branches de l'instrument, avec les côtés de l'angle que l'on veut mesurer: conservant surtout assez d'assurance dans la main, pour que, dans tout le temps de l'examen, elle ne varie pas. Lorsque l'instrument est bien fait, ses branches doivent avoir la faculté de tourner l'une sur l'autre, par une marche égale et sans soubresant: par ce moyen, en les ouvrant sous un angle sensiblement plus petit que celui que l'on veut mesurer, et les pressant légèrement sur les côtés de ce dernier, l'instrument les applique de lui même assez exactement sur eux, et l'œil n'a plus qu'à rectifier le léger manque d'exactitude qui peut exister. Pour que l'usage de cet instrument, qui est aujourd'hui entre les mains du plus grand nombre des minéralogistes, soit aussi facile et aussi exact qu'il est possible, ses branches ne sauroient être trop minces, en conservant toutefois de la solidité: comme il est essentiel dans la mesure, que leur point d'intersection, qui forme le sommet de l'angle mesurant, s'applique exactement au sommet de l'angle qu'on veut mesurer, lorsque ces branches sont épaisses, ce point est difficile à saisir, et peut exposer à des erreurs capitales. Quelque soin qu'on puisse apporter dans sa construction, cet instrument sera toujours très-imparfait, vû la difficulté de rendre ses divisions bien sensibles, au dessous du quart de

dégré : imperfection à laquelle il faut encore ajouter une autre cause d'erreur, occasionnée par le manque de délicatesse du sens de notre vue. On fera fort bien, lorsque l'on aura acquis l'habitude de s'en servir, de diminuer autant qui il est possible le défaut apporté par cette dernière cause, en plaçant, ainsi que je l'ai déjà dit dans une autre partie de cet ouvrage, entre l'œil et l'objet qu'on veut mesurer, une loupe portée sur un support. Ce moyen est d'autant plus nécessaire, que très-souvent les cristaux qu'on a à mesurer sont fort petits, et que, même dans les substances dans lesquelles les cristaux prennent quelquefois un volume considérable, ce sont ceux d'une grandeur au-dessous même de la médiocre, qui promettent le plus d'exactitude dans la mesure de leurs angles : les grands cristaux n'étant, fort souvent, que le résultat d'agrégations, dans lesquelles les plus légères déviations, dans les cristaux composants, sont suffisantes pour altérer les véritables mesures.

§ 105. La première chose à faire, avant de soumettre un cristal à l'état complet, soit primitif, soit secondaire, à la détermination du calcul, est de commencer par assurer, le plus exactement qu'il est possible avec l'instrument, un de ses principaux angles. Celui qui, dans le rhomboïde, m'a toujours paru le plus facile à prendre, est l'angle saillant du sommet, pris sur une arête et le milieu de la face opposée : lorsque l'on a acquis l'habitude de mesurer les cristaux, il est presque impossible que l'on s'écarte de la mesure exacte, de plus d'un demi dégré. C'est dans la latitude de ce demi dégré, au dessus et au dessous, qu'il faut faire coincider la mesure donnée par le calcul, et se garder surtout de vouloir faire coincider la nature avec le calcul, lorsque la différence entre les angles de mesure et de calcul est plus considérable, telle que celle d'un ou de deux dégrés. En supposant à la nature une inéxactitude que le calcul ne peut avoir, on est bien souvent tenté de commettre cette faute, par les propriétés quelquefois très-intéressantes, et toujours très séduisantes, que le calcul fait parfois appercevoir. Ce dernier n'est sujet à aucune variation ; cela est vrai ; mais on peut commettre, avec lui, la faute de n'avoir pas suivi la véritable marche de la nature ; et cela est toujours

vrai, dans le cas que je viens de citer, lorsqu'il a été suffisamment et exactement vérifié.

§ 106. Avant de passer au calcul d'aucune des modifications de la chaux carbonatée, comme c'est le cristal primitif qui sert de base et de guide dans ce calcul, il est nécessaire d'établir tout ce qui peut avoir trait à lui.

Soit, fig. 18, pl. 56, le rhomboïde primitif de la chaux carbonatée, dont les angles plans ont été reconnus être de 101°, 32′ et 78°, 28′, et dont on veut déterminer tout ce qui a trait, soit à ses angles, soit à ses côtés.

Si l'on fait passer une coupe, suivant toutes les grandes diagonales des plans de l'une des deux pyramides, dont on peut le regarder composé, cette coupe sera perpendiculaire à son axe, et détachera une pyramide trièdre A B C D, ayant pour base un triangle équilatéral B C D, et dont l'angle saillant du sommet B A G est absolument le même que celui du rhomboïde. Pour déterminer la mesure de cet angle, soient tirées, fig. 19, du sommet de tous les angles du triangle équilatéral D B C, sur le milieu de ses côtés, les lignes B G, G M et D N: ces lignes seront perpendiculaires sur ces mêmes côtés, et se couperont entre elles au centre de ce triangle. Soit abaissée la hauteur A F de la pyramide, ainsi que celle A G du triangle D A C. L'angle B A G sera l'angle saillant du rhomboïde, et la ligne A G, la moitié de la petite diagonale de ses plans. Soit enfin la grande diagonale C D de ces mêmes plans, supposée égale à 37, 18.

Le triangle A G D étant rectangle, et connoissant, en outre de l'angle droit, le côté GD=18, 59 moitié de la valeur de la grande diagonale, et l'angle GAD, ainsi que celui ADG, moitié de ceux des plans rhombes, étant de même connus, le côté AD, bord du rhomboïde, ainsi que celui AG moitié de la petite diagonale de ses plans, seront facilement déterminés. Dans la supposition actuelle, le premier sera égal à 24, et le second à 15, 18. La petite diagonale sera donc de 30, 36.

§ 107. Pour déterminer maintenant la valeur de l'angle saillant BAG, fig. 19, j'observe qu'ayant besoin, par la suite, de con-

noître les deux parties dans lesquelles cet angle est divisé par la perpendiculaire AF, nous l'évaluerons d'après la valeur de ces deux parties. Pour y parvenir, nous allons déterminer les valeurs des deux segments BF et FG, de la ligne BG, coupée par la hauteur de la pyramide.

L'angle BFD étant de 120°, sa moitié exacte BFM sera de 60°. On connoitra donc, dans le triangle rectangle BMF, tous les angles et le côté BM=18, 59: il sera donc très-facile d'en déduire les valeurs de BF et de FM=FG: la première de ces lignes sera de 21, 47, et la seconde de 10, 73.

On connoitra, en conséquence, dans le triangle rectangle BAF, en outre de l'angle droit, les côtés AB et BF, et il sera facile d'en déduire la valeur de l'angle BAF, qu'on trouvera de 63°, 26'. On connoitra de même, dans le triangle rectangle GAF, les deux côtés AG et FG, et on en déduira la valeur de l'angle FAG, qu'on trouvera de 45°: ce qui porte la valeur de l'angle saillant total BAG à 108°, 26'.

§ 108. Pour avoir, maintenant, les angles d'inclinaison des plans du rhomboïde, l'un sur l'autre. Du sommet A du rhomboïde, fig. 18, soit menées les lignes AX et AY, perpendiculairement sur les bords BP, AD et CL: les angles tels que XAY et AYH seront ceux dûs à cette inclinaison. Déterminons la valeur de l'angle XAY. Pour cela, soit tirée la ligne XY, et abaissée la hauteur AZ du triangle isocèle XAY. Connoissant, dans le triangle rectangle AYC, en outre de l'angle droit, l'angle ACY, et le côté AC du rhomboïde, il sera facile de déterminer la valeur de AY, qu'on trouvera de 23, 52. On connoitra donc, dans le triangle rectangle YZA, l'angle droit, le côté YZ, égal à la moitié de la grande diagonale, et celui AY. On en déduira, en conséquence, facilement la valeur de l'angle ZAY, moitié de l'angle cherché, qu'on trouvera de 52°, 14'; ainsi l'angle d'inclinaison des plans entre eux, sur les bords obtus du rhomboïde, sera de 104°, 28', et celui sur les bords aigus, en étant le supplément, sera de 75°, 32'.

D'après cela, si l'on fait, sur le rhomboïde primitif de la chaux carbonatée, fig. 18, une coupe qui passe par les perpendiculaires X A,

et A Y, et par celles Y H et H X, tirées dans les deux côtés opposés, le plan de la coupe sera un rhombe de 104°, 28′, et 75°, 32′, fig. 21, et l'angle A répondra, à l'angle saillant du sommet du rhomboïde. Si l'on fait aussi, sur ce même rhomboïde, une autre coupe, qui passe par deux des arêtes opposées, B A et I L, et deux des petites diagonales aussi opposées, A L et B I, fig. 18, le plan de la coupe sera un rhombe allongé, fig. 20, ayant 108°, 26′, pour mesure de ses angles obtus, et 71°, 34′, pour celle de ses angles aigus. La petite diagonale A I, de ce rhombe allongé, répondra à l'axe qui passeroit par les deux angles saillants opposés, regardés comme sommets du rhomboïde primitif; et sa grande diagonale B L, à un autre des axes du même rhomboïde, qui passeroit par deux des angles solides opposés de sa base. On voit aussi, d'après cette fig. 20, que la hauteur A F de la pyramide retranchée, fig. 19, est le tiers de l'axe AI; car si, dans la même fig. 20, on tire les lignes AU et IO, parallèles aux lignes BG et SL, correspondant toutes deux aux lignes placées telle que celle BG dans la pyramide de la fig. 19; on sentira qu'à cause des parallèles BI et AL, et de l'égalité des lignes AG, GL, BS, SI, que ces quatre parallèles sont également espacées entre elles, et coupent, conséquemment, la ligne AI, en trois parties parfaitement égales.

§ 109. Avant de passer directement à la méthode du calcul, dans la détermination des cristaux, je vais encore placer quelques observations qui, non seulement serviront à développer cette méthode, mais en rendront l'intelligence et l'usage plus facile.

Supposons que le rhomboïde, fig. 22, dont le sommet est au point A′, soit coupé par un plan qui passe par les lignes ponctuées XA′, XI, IL et LA′, et soit perpendiculaire au bord BF de sa base: cette coupe sera faite suivant la direction de l'angle d'inclinaison des faces du rhomboïde entre elles sur ce même bord, et, d'après ce qui vient d'être dit, les angles du plan de section, qui est un rhombe semblable à celui fig. 21, sont de 75°, 32′, et 104°, 28′: toutes les molécules par lesquelles passe la section, seront aussi coupées de la même manière. Supposons que la rangée de molécules XA′L′I, fig. 23, montre l'épaisseur de la rangée indiquée par les mêmes lettres sur le rhomboïde fig.

22, on sent, très-aisément, que toutes les nouvelles lames qui se superposeront sur la face FBCA du rhomboïde, et supposées coupées de la même manière que les précédentes, placeront celui de leurs bords sur lequel tombe la section, sur celui XA′ de cette rangée, fig. 22 et 23, en laissant de même appercevoir leur épaisseur. On sent en même temps que, si les lames qui se superposent sur la face FBCA′, fig. 22, éprouvent un reculement le long du bord de la base FB, ce reculement pourra être indiqué, sur le représentant de la dernière lame de cette face vue par son épaisseur, fig. 23, de manière que si ce reculement se fait par une simple rangée, la nouvelle lame aura son bord extérieur placé sur le point A, commencement de la seconde rangée, au lieu de l'avoir sur le point X, commencement de la première. Et, comme, vû la coupe supposée avoir été éprouvée par toutes les molécules de cette rangée, l'angle d'inclinaison des plans entre eux, est le même que celui des lignes A′X et XI, la ligne XE indiquera l'inclinaison du nouveau plan produit, et le prolongement de cette ligne, indiquera sa direction, sur toutes les autres lames qui suivent. On sentira de même, que la ligne XH indique l'inclinaison et la direction du plan qui seroit formé par un reculement par deux rangées; celle XV, par un reculement par trois rangées; celle XQ, par un reculement par une rangée en largeur, sur deux lames de hauteur; celle XR, par un reculement par deux rangées en largeur, sur trois lames de hauteur, &c. &c. D'après cela, si l'on veut, par exemple, connoître l'angle que forme le plan dû au reculement par deux rangées, le long des bords de la base du rhomboïde, avec le plan du même rhomboïde sur lequel il incline, on voit, dans l'instant, que cet angle est indiqué par la valeur de celui XHV, composé des deux angles XHO, et OHV; mais ce dernier est connu pour être de 75°, 32′ : reste donc à connoître l'angle XHO. Pour y parvenir, j'observe que, dans le triangle XHO, dont cet angle fait partie, on connoit XO=2XA, déterminé au § 108, on connoit aussi OH=XI=FE bord du rhomboïde primitif § 106; on connoitra donc facilement l'angle XHO, et en l'ajoutant à celui déjà connu OHV, on aura l'angle cherché. La solution du même triangle donne en outre la valeur HXO, qui est en même temps celle de l'angle d'inclinaison de la nouvelle face, sur celle du

rhomboïde : et, si l'on prolonge la ligne HX jusqu'à ce qu'elle rencontre au point K, le prolongement de celle LI, cet angle XHO qui, à cause des deux parallèles XA et IL, est égal à celui HKL, mesure, en même temps aussi, l'angle que forme la nouvelle face avec celle qui, dans le même rhomboïde, est opposée à celle sur laquelle elle incline. Ajoutant enfin à l'angle HXO celui AXI, de 75°, 32', § 108, leur somme donne l'angle d'inclinaison de la nouvelle face, sur celle du rhomboïde qui est adjacente à celle sur laquelle elle incline.

§ 110. La conclusion à laquelle conduit naturellement cette observation est, que, dans tout reculement qui a lieu le long de la base du rhomboïde primitif de la chaux carbonatée, si on construit un angle HOX, de 75° 32', fig. 24, dont un des côtés XO soit horisontal, et qu'après avoir fait ce côté égal à autant de fois une longueur déterminé, qu'il existe de rangées dans le reculement en largeur, on fasse ensuite l'autre côté HO, du même angle, égal à autant de fois cette même longueur qu'il existe de lames en hauteur dans le même reculement, si ensuite on ferme le triangle, et qu'on mène la droite HZ parallèle à celle XO, et celle XI parallèle à celle HO; 1°, L'angle XHO, opposé au côté XO, sur lequel on a porté le nombre de rangées de reculement en largeur, étant ajouté à celui OHK, angle aigu de la coupe perpendiculaire, et par conséquent de 75°, 32', donnera l'angle formé par la rencontre de la nouvelle face produite par le reculement, sur celle du rhomboïde sur laquelle ce reculement a lieu; 2°, l'angle HXO, opposé au côté sur lequel on a porté le nombre des lames en hauteur, sera la valeur de l'angle d'inclinaison de la nouvelle face, sur celle du rhomboïde : 3° enfin, si l'on ajoute à ce même angle celui OXI égal, à cause des parallèles XI et HO, à celui OHZ, et par conséquent de 75°, 32', cette somme donnera la mesure de l'angle, formé par la rencontre de la nouvelle face avec celle du rhomboïde qui est adjacente à celle sur laquelle a eu lieu le reculement dont on s'occupe.

Si, au lieu d'un reculement le long des bords de la base du rhomboïde, il étoit question d'un reculement le long de ses arêtes pyramidales, la même fig. 23, mais considérée à son autre extrémité, du

côté de S, serviroit à un développement semblable à celui qui vient d'être donné. Il en différeroit seulement, en ce que l'angle A', d'où partiroient les lignes, qui indiquent la direction et l'inclinaison des nouveaux plans formés, seroit l'angle obtus de 104°, 28', des molécules coupées, au lieu d'être celui aigu de 75°, 32', ainsi que cela existoit, au point de départ X des mêmes lignes, dans le cas précédent. Il n'y auroit donc d'autre changement à ce qui vient d'être dit dans la conclusion précédente, que celle de mettre l'angle de 104°, 28', en place de celui de 75°, 32' : le triangle mensurateur, fig. 24, seroit alors changé en celui fig. 25.

On sent aussi que, de même à la différence de ces angles près, on peut faire l'application du raisonnement précédent à tous les rhomboïdes, au cube, et même, à quelques restrictions près, données par la différente longueur des côtés, aux prismes tétraèdres, tant rectangulaires que rhomboïdaux.

§ 111. Si, au lieu de considérer le rhomboïde coupé, ainsi que nous venons de le voir, on le considère coupé suivant un plan qui passeroit par les petites diagonales XA et IL, de deux de ses plans rhombes opposés, et les côtés adjacents AL et XI, fig. 26, pl. 57, le plan de section XALI de cette coupe, fig. 26 et 27, seroit semblable dans toutes les molécules par lesquelles il passeroit : toutes les lames qui pouroient être supposées s'être placées sur celle de la surface ACXF, seroient aussi dans le même cas.

Supposons que les lames qui se superposent sur le plan ACX, éprouvent un reculement par un certain nombre de rangées, soit aux angles obtus de la base, soit aux angles du sommet. D'après ce qui a été dit dans la description de ces modes de reculement, § 90, et est indiqué sur les fig. 12 et 13, pl. 55, les nouveaux plans auxquels ce reculement donneroit naissance, auroient pour bornes, les grandes diagonales, telles que MO ou M'O', fig. 26, des dernières molécules placées. Ce reculement, soit en lui même, soit par l'influence qu'il doit avoir sur le calcul, ne peut donc être considéré que comme ayant progressivement lieu, par la moitié des petites diagonales XS, A'S', des molécules.

D'après cela, représentons nous la rangée de molécules XA'LY, fig. 28, toutes supposées coupées suivant la petite diagonale, indiquée par XA, dans la première d'entre elles, de manière à représenter, par leur épaisseur, la suite des molécules qui terminent la dernière rangée de la lame A'CX, fig. 27. Supposons ensuite qu'il se fasse sur cette lame, une superposition d'autres lames, mais soumises à un réculement progressif, par une rangée, soit aux angles obtus de la base, soit aux angles du sommet. Ces nouvelles lames, ainsi que l'indique leur épaisseur sur la fig. 28, quoique se plaçant en réalité sur les points A, A^2, A^3 des extrémités des petites diagonales, dans les reculements aux angles obtus de la base, et sur ceux X', X^2, X^3 dans les reculements aux angles du sommet, doivent être considérées, par suite des bornes des nouveaux plans produits, comme si elles se plaçoient sur les points S, G, K et S', G', K', qui divisent les petites diagonales en deux parties égales. Cela posé, si l'on établit, fig. 29, une rangée de rhomboïdes allongés, dont chacun ait pour petit côté, la moitié de la petite diagonale des plans du rhomboïde primitif, et pour celui le plus grand, le côté du même rhomboïde, et dont en outre la mesure des angles soit celle de 71°, 34' et 108°, 26', mesure de ceux saillants de la base et du sommet du même cristal primitif, § 107, et qu'ensuite on construise, sur cette rangée, un édifice analogue à celui que nous avons déjà construit, dans la fig. 23, pl. 56, on pourra le soumettre au même raisonnement que celui qui a été employé à l'égard de l'usage de cette même figure. On reconnoitra alors, qu'il donne, de la même manière, la direction des plans auxquels les divers reculements, soit aux angles obtus de la base, soit aux angles du sommet du rhomboïde primitif de la chaux carbonatée, donnent naissance, ainsi que les angles d'inclinaison de ces plans sur ceux du même rhomboïde.

§ 112. Nous en tirerons de même la conclusion que, dans tout reculement fait aux angles du rhomboïde primitif de la chaux carbonatée, lorsqu'on veut déterminer ce qui concerne ceux faits aux angles obtus de la base, après avoir construit fig. 30, un angle de 71°, 34', dont un des côtés soit horisontal, et égal à autant de fois la moitié

de la petite diagonale des plans du rhomboïde primitif, qu'il existe de rangées en largeur dans le reculement, si l'on rend l'autre côté, égal à autant de fois celui du rhomboïde, qu'il y a de lames de hauteur, et qu'on ferme ensuite le triangle: 1° l'angle qui, dans ce même triangle, est opposé au côté sur lequel on a porté le nombre de rangées de reculement en largeur, étant ajouté à celui de 71°, 34', donne l'angle formé par la rencontre de la nouvelle face à laquelle le reculement donne naissance, avec celle du rhomboïde, sur laquelle elle incline: 2° l'angle opposé au côté sur lequel on a porté le nombre de lames en hauteur, sera la valeur de l'angle d'inclinaison de la nouvelle face sur celle du rhomboïde: 3° enfin, si l'on ajoute à ce même angle celui de 71°, 34', leur somme donnera la mesure de celui formé par la rencontre de la nouvelle face avec l'arête du rhomboïde, sur laquelle elle aboutit.

Si l'on veut déterminer ce qui concerne les mesures des nouvelles faces, produites par le reculement des lames aux angles du sommet, on y parviendra absolument de la même manière, ainsi que l'indique l'autre extrémité de la même figure 29, avec la seule différence de mettre l'angle de 108°, 26', dans le triangle mensurateur, en place de celui de 71°, 34', ainsi que l'indique la fig. 31.

§ 113. Si, ainsi que nous verrons par la suite que cela est fréquemment nécessaire, pour simplifier et rendre en même temps plus facile le calcul des reculements intermédiaires, on étoit dans le cas de considérer ceux qui ont lieu, soit aux angles obtus de la base, soit aux angles du sommet, comme se faisant par les petites diagonales entières, ce qui équivaudroit à deux rangées, le tableau de détermination qui serviroit alors, seroit le même que celui précédent, à l'exception seulement que les lignes qui répondent à celles XS et A'S', et sont destinées à indiquer les reculements en largeur, seroient de 30, 36, valeur des petites diagonales entières, au lieu de 15, 18, valeur de leur moitié, qu'elles ont dans ce tableau.

§ 114. Ces genres de tableaux sont d'une très-grande utilité. Faits, sur une échelle un peu considérable, ils font facilement et promptement reconnoître les angles qui peuvent appartenir aux

différents reculements des lames : et, lorsque l'on est dans le cas de chercher, par une espèce de tâtonnement, à quel mode de reculement peut appartenir une nouvelle face qui se présente, sur un cristal, ils abrègent considérablement ces tâtonnements. En effet, en traçant, ainsi que l'on en voit quelques exemples sur les tableaux, fig. 23 et 29, les directions des différents reculements qu'on peut estimer devoir se rapprocher de celui qu'on cherche, un simple quart de cercle, ou rapporteur, qui mesure l'angle que forment ces lignes avec celles qui désignent le plan du cristal primitif, indique très-promptement celui qui, le plus probablement, doit donner, par le calcul, le reculement que l'on cherche, ou met du moins sur la voie de le trouver. Ils ont en outre l'avantage de faire distinguer facilement, ce qui est possible dans les reculements des lames, d'avec ce qui est impossible. On voit, par exemple très-aisément par ce moyen, que, malgré le grand nombre de ces reculements que j'ai donnés dans la description de la chaux carbonatée, nous serions encore infiniment loin d'avoir atteint les limites de tous ceux possibles, si la nature elle-même ne les a pas tracées, d'après des loix que nous ne pouvons encore entrevoir, mais dont tout doit cependant nous faire présumer l'existence.*

§ 115. Passons maintenant à l'emploi des moyens que nous venons de nous procurer, soit à l'égard du calcul des divers reculements, soit à l'égard de ceux qui ont trait aux diverses incidences, entre elles, des faces des cristaux, dues aux nouvelles modifications produites, soit enfin à l'égard de ceux qui ont trait aux diverses incidences de ces faces, sur quelques-unes de celles des modifications qui se montrent le plus habituellement, et qui fournissent par là le moyen de déterminer les modifications auxquelles appartiennent les

* La grande utilité dont ces tableaux ou échelles de reculement sont dans le calcul que la détermination des modifications de la forme primitive des substances exigent, m'a engagé à rendre le rapporteur, dont on se sert ordinairement pour la détermination des angles, propre à déterminer ceux des divers reculements, sur les tableaux destinés à procurer cette détermination. J'ai placé, à la fin des planches de ces deux premiers volumes, la figure de ce rapporteur le léger changement que je lui ai fait éprouver pour le rendre propre à cet usage, et je donnerai à la fin de ce volume la manière d'en faire usage.

différents plans d'un cristal, lorsque ces plans étant incomplets, et ne pouvant permettre de prendre leur incidence entre eux, on a besoin de secours étrangers pour parvenir à les déterminer.

Mais auparavant, pour donner plus de facilité aux personnes qui desireroient appliquer, elles mêmes, le calcul à la détermination, soit de quelques parties des cristaux de la chaux carbonatée, soit de quelques-unes de ses nouvelles modifications, je placerai ici la récapitulation de toutes les mesures qui ont trait, soit aux angles, soit aux autres des différentes parties qui concernent le rhomboïde primitif de cette substance: en partant de la supposition que j'ai employée dans les calculs suivants, que le côté du rhomboïde primitif est égal à 24, ainsi que des mesures de 101°, 32′ et 78°, 28′, de ses angles plans, qui ont été fixées, par Mr. l'Abbé Haüy, d'une manière extrêmement ingénieuse.

L'angle saillant BAL, pris au sommet, sur le milieu d'une des faces et le côté opposé, fig. 18, pl. 56, est de 108°, 26′.

Celui ALI, pris à la base, est de 71°, 34′.

Leurs moitiés sont par conséquent de 54°, 13′, et 35°, 47′.

La grande diagonale BC, est de 37, 18, et la petite AL, de 30, 36, et conséquemment leurs moitiés sont de 18, 59, pour la plus grande, et de 15, 18, pour la plus petite.

La perpendiculaire AY, tirée, dans les plans du rhomboïde, d'un de ces bords sur celui opposé, est de 23, 52.

L'angle que forment les plans rhombes à leur rencontre, ou celui de leur incidence les uns sur les autres, est de 104°, 28′, pour celui obtus XAY, et de 75°, 32′, pour celui aigu AYX.

Si, en faisant passer une coupe suivant les grandes diagonales BC, CD, et DB, des plans du rhomboïde primitif, on retranche la pyramide trièdre ABCD, fig. 18 et 19, cette pyramide aura pour base un triangle équilatéral, dont les côtés appartiendront aux grandes diagonales du rhomboïde, et seront par conséquent de 37, 18. Si, de chacun des angles de ce triangle équilatéral, on abaisse fig. 19, les perpendiculaires BG, CM, et DN, sur les côtés opposés, ces perpendiculaires se couperont entre elles en un point commun F,

centre du triangle, et auquel vient aussi aboutir la perpendiculaire AF, ou hauteur de la pyramide.

Chacune des perpendiculaires BG, CM, et DN, du triangle équilatéral, est de 32, 20.

Et, des deux parties qui composent chacune d'elles, coupées au point F, la plus grande, telle que BF, est de 21, 47, et la plus petite, telle que FG, est de 10, 73. Cette petite partie est donc le tiers de la totalité de la perpendiculaire, et la moitié de la partie la plus grande; rapport qui est constamment le même dans tous les rhomboïdes.

La hauteur AF de la pyramide trièdre, est de 10, 73, et, comme dans tout rhomboïde cette hauteur est exactement le tiers de l'axe qui, tel que celui AI, fig. 18, passe par les deux angles solides opposés du rhomboïde, considérés comme sommets, cet axe AI est de 32, 19. Ainsi, l'axe du rhomboïde primitif est égal à la hauteur du triangle équilatéral qui sert de base à la pyramide retranchée, fig. 19. La partie de ce même axe qui forme la hauteur de cette pyramide, est égale à la plus petite partie de la hauteur du triangle équilatéral, coupée par l'axe; et le reste de l'axe est égal à sa plus grande partie.

L'axe transversal BL est de 44, 26.

Des deux angles, BAF et FAG, fig. 19, dans lesquels l'angle saillant du sommet du rhomboïde primitif est divisé par l'axe, le plus grand BAF est de 63°, 26′ et le plus petit FAG est de 45°. Le premier a, pour un de ses côtés, celui du rhomboïde, et le second sa petite diagonale.

CALCUL POUR LES PRISMES.

PRISME LE LONG DES BORDS.

§ 116. Soit, fig. 32, pl. 58, un cristal dans lequel les plans du rhomboïde primitif sont joints à ceux d'un prisme hexaèdre, dont les plans sont placés sur les bords de sa base, et dans lequel on desire de connoître la nature du reculement qui a pu donner naissance aux plans du prisme. Le seul énoncé de la question démontre, que c'est le long des bords de la base que le reculement des lames a eu lieu.

Prenant donc sur le cristal, par le moyen du goniomètre, l'angle ABE, formé par la rencontre des plans du prisme avec celui contigu du rhomboïde, je trouve que cet angle est entre 127° et 128°, mais plus près de 128°. La plus légère observation prise sur la partie située à la gauche du tableau, fig. 23, pl. 56, en me faisant connoître que le plan de reculement, par une seule rangée en largeur et en hauteur fait, avec le plan du rhomboïde, un angle qui, étant pris seulement avec le rapporteur, me paroit être entre ceux de 127° et de 128°, me fait présumer, que les plans de ce prisme doivent appartenir au reculement par une seule rangée le long des bords de la base. Je trace, en conséquence, l'angle AMB, fig. 33, de 75°, 32', et, après avoir fait MA égal à un certain nombre de dégrés d'une échelle quelconque, le décroissement n'ayant qu'une seule rangée en largeur, sur une lame de hauteur, je fais ensuite MB d'un même nombre de ces dégrés de longueur. Je tire ensuite la ligne AB, qui ferme le triangle ABM, et mène celle BE parallèlement à AM, et celle AI parallèlement à MB, et par le point M je mène ME parallèlement à AB. La ligne BE représentera la direction du plan OEPD, fig. 32, du rhomboïde primitif, et celle AI la direction de celui de retour GQLI. Résolvant maintenant le triangle ABM, j'observe qu'il est isocèle, le côté AM étant égal à celui BM; l'angle A égale

donc celui B, et chacun d'eux doit être égal à 52°, 14′, moitié de celui 104°, 28′, supplément de l'angle AMB, qui est de 75°, 32′. Ajoutant conséquemment 52°, 14′ à l'angle MBE qui, vû les parallèles AB et ME, est égal à celui AMB, où à 75°, 32′, la somme 127°, 46′ est la valeur de l'angle ABE, ou de l'angle formé par la rencontre des plans du prisme avec le plan du rhomboïde.

L'angle BAM, qui représente l'inclinaison du nouveau plan sur celui du rhomboïde primitif, étant de même égal à 52°, 14′, en l'ajoutant à celui MAI, encore égal à 75°, 32′, à raison des parallèles BM et AI, la somme 127°, 46′ sera aussi la valeur de l'angle de rencontre du plan du prisme avec le plan de retour QGIL, fig. 32, du rhomboïde primitif. Les plans qui remplacent les bords de la base de ce rhomboïde par un seul plan, par suite d'un reculement par une seule rangée, et donnent naissance à un prisme hexaèdre, sont donc également inclinés sur les plans adjacents : ils sont donc parallèles à l'axe du rhomboïde. En effet, si on fait BE = AM, et AI=BM, les deux points E et I, représentent les deux sommets opposés du rhomboïde, et la ligne EI qui les réunit, son axe, et il est évident qu'alors, vû l'état des choses, cette ligne EI est parallèle à celle BN ou BA, direction de la nouvelle face produite.

Comme il existe un grand nombre de circonstances, dans lesquelles il est nécessaire de faire usage des angles formés par la rencontre des bords du prisme, soit avec les plans du rhomboïde, soit avec ses arêtes, pour connoître la valeur de ces angles, soit fait une coupe sur le cristal, fig. 32, qui passe par les bords DL et FH, les petites diagonales DE et HI, et les arêtes EF et LI. Le plan de cette coupe sera l'exagone fig. 34, dans lequel l'angle LDE sera l'angle formé par la rencontre des bords du prisme avec les plans du rhomboïde ; et l'angle HFE, celui formé par la rencontre des mêmes bords avec les arêtes. Soit mené l'axe EI, et soient tirées, des points D et F, les perpendiculaires DS et FR. D'après ce qui a été dit, § 115, l'axe EI divisera l'angle DEF, qui est celui saillant du sommet du rhomboïde primitif, en deux angles inégaux, dont l'un DES sera égal à 45°, et l'autre FEA, à 63°, 26′.

Le triangle DSE étant rectangle, l'angle EDS sera égal aussi à 45°, et par conséquent, l'angle total LDE, qui ajoute l'angle droit SDL à ces 45°, sera de 135°. Par une raison semblable, dans le triangle rectangle FRE, l'angle EFR sera de 26°, 34', et l'angle HFE de 116°, 34'.

Ainsi, l'angle formé par la rencontre des bords du prisme avec les plans du rhomboïde, est de 135°, et celui formé par la rencontre de ces mêmes plans avec les arêtes, est de 116°, 34'.

PRISME FAIT AUX ANGLES DE LA BASE.

§ 117. Soit, fig. 35, un cristal dans lequel les plans du rhomboïde primitif sont combinés avec ceux d'un prisme hexaèdre, dont les plans ont remplacé les angles saillants de la base du rhomboïde. L'exposition seule de la forme du cristal, annonce que le prisme y est le résultat d'un reculement aux angles obtus de la base. Pour connoître la nature de ce reculement, il faut commencer par mesurer avec le goniomètre l'angle ABC, formé par la rencontre des plans du prisme avec ceux du rhomboïde; et, après avoir trouvé cet angle d'environ 135°, un seul apperçu pris, avec le rapporteur, sur la partie située à la gauche du tableau, fig. 29, fera juger que ce reculement peut appartenir à celui par deux rangées en largeur. Pour le vérifier, soit tracé, d'après ce qui a été dit précédemment, l'angle DEF, fig. 30, de 71°, 34', et, après s'être donné deux lignes qui soient entre elles dans le rapport de 24 à 15, 18, rapport qui existe entre le côté, et la moitié de la petite diagonale du rhomboïde primitif, soit fait le côté DE de cet angle, égal à deux fois la ligne qui représente la moitié des petites diagonales, et celui FE, égal à celle qui représente un des côtés, et soit fermé le triangle, en tirant la ligne FD, qui représentera la direction des plans dûs au reculement; soit enfin tirée la ligne DH parallèle à celle FE, cette ligne représentera l'arête du rhomboïde. Résolvant maintenant le triangle, dans lequel l'angle E, de 71°, 34', est connu, ainsi que les deux côtés qui le ren-

fèrment, on trouve l'angle DFE=63°, 26′, qui, ajouté à celui EFG de 71°, 34′, donne 135°; et celui FDE=45°, qui, ajouté à l'angle EDH, aussi de 71°, 34′, donne 116°, 34′.

La valeur de l'angle formé par la rencontre des plans du prisme avec ceux du rhomboïde primitif, est donc de 135°. L'inclinaison de ces plans sur ceux du rhomboïde primitif intérieur, est de 45°, et enfin celle de l'angle formé par la rencontre des mêmes plans du prisme avec les arêtes du rhomboïde, est de 116°, 34°, et le reculement des lames a eu lieu par deux rangées en largeur, sur une seule lame de hauteur, aux angles obtus de la base.

§ 118. On peut observer, en outre, que les plans produits par ce reculement, doivent être en effet parallèles à l'axe du rhomboïde; car si, sur la même figure 36, on fait FG égal à DE, et DH égal à FE, le point G sera placé à l'extrémité des deux moitiés de la petite diagonale, et représentera, par conséquent, le sommet d'une des pyramides du rhomboïde, dont le point H est le sommet de l'autre. Si, on tire ensuite la ligne GH, cette ligne qui passera aussi par le point E, puisque DH est égal et parallèle à FE, représentera donc l'axe du rhomboïde. Mais, si du point G on tire la ligne GI parallèle à celle FE, jusqu'à ce qu'elle rencontre le prolongement de celle DF, à cause des parallèles FG et DE, l'angle FGE sera égal à celui FDE; mais, à cause des mêmes parallèles aussi l'angle FDE est égale à celui IFG; donc l'angle IFG égale celui FGE. Par conséquent la ligne FI et son prolongement DF, qui est la direction des plans du prisme, est parallèle à celle GE, qui est la direction de l'axe. On auroit pu tirer la même conclusion d'après l'égalité et le parallélisme des deux lignes FE et DH, ainsi que de celles FG et DE.

REMPLACEMENT

DE L'ANGLE SAILLANT DU SOMMET DU RHOMBOÏDE PRIMITIF, PAR UN PLAN PERPENDICULAIRE À L'AXE.

§ 119. La fig. 37, pl. 58, représente ce remplacement, et montre en même temps, d'une manière sensible, qu'il est le résultat d'un reculement aux angles obtus des plans du rhomboïde qui concourent à la formation de l'angle solide du sommet. Prenant la mesure de l'angle ABC, formé par la rencontre de ce plan, avec la face du rhomboïde, angle qu'on trouve être d'environ 135°, et consultant alors la partie placée à droite du tableau, fig. 29, on reconnoitra qu'il appartient, très-probablement, au reculement par une seule rangée. Pour le vérifier, et établir la mesure des angles du cristal, soit construit l'angle DEF de 108°, 26', fig. 32, et après avoir fait le côté DE égal à la moitié d'une des petites diagonales des plans du rhomboïde primitif, ou à 15, 18, dégrés d'une échelle quelconque, soit fait l'autre égal au côté de ce même rhomboïde, ou à 24 dégrés de la même échelle, soit tirée la ligne FD, qui ferme le triangle FED, et soit enfin tirées les lignes FG et DH parallèles à celles DE et FE. La résolution du triangle DEF donnera l'angle DFE=26° 34', et celui FDE=45°. Ainsi l'angle DFG, valeur de celui formé par la rencontre des plans dûs au reculement, avec ceux du rhomboïde primitif, est égal à 26°, 34',+108°, 26', ou à 135°, et celui FDH, formé par la rencontre des mémes plans avec les arêtes du rhomboïde, est égal à 45° 108°, 26', ou à 153°, 26'.

§ 120. On peut en outre démontrer, par la même fig. 38, que ces plans de remplacement de l'angle solide du sommet, sont perpendiculaires à l'axe du rhomboïde. Pour cela, soit fait EX=2DE, et soit élevé XG parallèlement à FE, la ligne DE étant la valeur

de la petite diagonale des plans du rhomboïde, le sommet supérieur de la molécule superposée, qui est sur un niveau parallèle avec ceux de toutes les molécules dont le système forme le cristal, sera au point F, et celui inférieur de cette même molécule, qui est sur la même direction que celui du cristal total, sera au point X. L'axe de cette molécule, qui est parallèle à celui du cristal primitif, sur les faces duquel s'est faite la superposition, sera donc indiqué par la ligne FX: or l'angle DFX, formé par le plan dû au reculement et cet axe, égale EFG+DFE—XFG mais l'angle DFE est de 26°, 34′, celui EFG, étant la coupe du rhomboïde, par les petites diagonales et les arêtes opposées, est de 108°, 26′, et l'angle XFG=45°, l'angle DFX sera donc égal à 108°, 26′,+26°, 34′—45°=90. Donc le nouveau plan dû à ce reculement, est perpendiculaire à l'axe du rhomboïde, et, comme on démontreroit de même, que chacune des trois faces, produites, par le même reculement, aux trois angles obtus qui concourent à la formation de l'angle solide du sommet, est de même perpendiculaire à l'axe du rhomboïde, ces trois faces n'en forment nécessairement qu'une, étant toutes les trois sur un même plan. J'observerai ici, comme une règle générale que, lorsque les angles qui concourent à la formation d'un angle solide, sont égaux, et les faces sur lesquelles ils sont placés, également inclinées, le reculement qui remplace cet angle solide par un plan également incliné sur les mêmes faces, se fait toujours par une simple rangée.

CALCUL POUR LES RHOMBOÏDES.

RHOMBOÏDES OBTUS.

Les rhomboïdes obtus étant produits par un reculement des lames cristallines, fait à différentes parties du rhomboïde primitif, je donnerai des exemples de l'application du calcul, à l'égard de chacune de leurs formations différentes.

RHOMBOÏDE OBTUS,

PRODUIT PAR LE REMPLACEMENT DES ARÊTES PYRAMIDALES DE CELUI PRIMITIF.

§ 121. Les rhomboïdes produits de cette manière, ne peuvent être que le résultat d'un reculement qui remplace les arêtes de celui primitif, par un seul plan. Il ne peut conséquemment exister qu'un seul de ces rhomboïdes, dans lequel les plans de remplacement des arêtes auxquels ils appartiennent, conservent, dans toute leur étendue, la direction et l'inclinaison de ces mêmes arêtes. Nous verrons, dans l'instant, que la chaux carbonatée présente des exemples de reculements intermédiaires, le long des arêtes du rhomboïde primitif, qui les remplacent de même par un seul plan, mais dont l'inclinaison s'écarte de celle de ces mêmes arêtes.

§ 122. Occupons nous, dans ce moment, du premier de ces reculements, celui par lequel le rhomboïde auquel il donne naissance, a ses plans dans une direction et une inclinaison semblable à celle des arêtes du rhomboïde primitif, et dont, par conséquent, les bords sont parallèles à ces mêmes arêtes.

Soit, fig. 39, pl. 58, le rhomboïde primitif, dont chacune des arêtes pyramidales est remplacée par un plan qui lui est parallèle dans toute son étendue, et qui, lorsque la cristallisation a atteint ses limites, donne le rhomboïde de la quatrième modification de la série des cristaux donnés dans cet ouvrage, équiaxe de Mr. l'Abbé Haüy, et dont on peut voir les différents dégrés de formation placés sous les fig. 23, 24, 26, et 28, pl. 3. Il est très-facile de reconnoître que ce plan est le resultat d'un reculement par une simple rangée le long de ces arêtes; ce qui est toujours le cas, lorsque les deux plans qui forment un bord ou une arête sont également inclinés, et que le plan de remplacement est parallèle au même bord ou arête.

Pour le vérifier par le calcul, soient menées les lignes FO et KO, perpendiculairement sur l'arête du rhomboïde. L'angle FOK représentera l'angle d'inclinaison des deux faces du rhomboïde entre elles: cet angle sera, par conséquent, de 104°, 28′ § 106. Par les points P et Q, où ces lignes rencontrent les bords du plan de remplacement, soit tirée la droite PQ, l'angle FPQ sera l'angle formé par la rencontre du plan de remplacement avec ceux du rhomboïde. Mais le triangle POQ étant isocèle, et l'angle POQ étant de 104°, 28′, chacun de ceux, tels que OPQ, de la base, sera de 37°, 46′, qui retranché de 180°, donnera pour valeur de celui FPQ, 142°, 14′.

D'un autre côté si, pour avoir la valeur de ce même angle, d'après la nature d'un reculement par une simple rangée le long des arêtes, on forme, ainsi qu'il a été dit précédemment, un angle DEF, fig. 40, de 104°, 28′, dont les deux côtés DE et EF soient chacun de 24, et qu'on tire la ligne DF, le triangle DEF sera isocèle: les angles F et D seront donc égaux, et chacun d'eux étant, par conséquent, moitié du supplément 75°, 32′ de l'angle E, qui est de 104°, 28′, sera de 37°, 46′. L'angle DFG, valeur de celui FPK, fig. 39, sera donc égal à 37°, 46′ + 104°, 28′, ou à 142°, 14′, même valeur que celle qui avoit été précédemment observée.

§ 123. J'ai dit, § 113, qu'il y avoit des circonstances, telles que celles dans lesquelles les reculements directs deviennent intermédiaires, à l'égard desquelles, tant pour la facilité, que pour l'abré-

viation du calcul, il étoit avantageux de le faire dériver des reculements auxiliaires. Comme celui dont nous nous occupons, quoique n'étant pas intermédiaire, est cependant dans ce cas, je vais le faire servir de démonstration concernant les bases sur lesquelles cette méthode est fondée.

Soit, fig. 41, le rhomboïde primitif, avec indication des molécules qui appartiennent aux lames de surface, et, soit supposé que les nouvelles lames, qui viennent se placer sur les faces de ce rhomboïde, éprouvent un reculement, par une rangée, le long de ses arêtes pyramidales.

Ne considérant d'abord l'action de ce reculement, que par rapport à une seule arête, celle, par exemple, qui réunit les deux faces X et Y du rhomboïde primitif, la rangée ABDC des molécules, commune à ces deux plans, sera suprimée, ce qui entraine nécessairement, dans les lames qui se superposent sur la face Z, un reculement à l'angle obtus PCG, opposé à cette arête, et ce reculement se fait par la demi-diagonale SE, ou par une simple rangée de molécules, § 91, les côtés PL et LG de la molécule E étant conservés. Il en seroit de même, à l'égard des angles obtus opposés à chacune des autres arêtes, par la suppression des rangées CEOQ et EHIA. On peut facilement appercevoir, que la suppression de ces trois rangées fait disparoître les côtés PL et LG de la molécule E, qui avoient été conservés, par la suppression simple de la rangée ABCD; ce qui détermine le reculement, par les diagonales entières SL, SV, et SR. Mais les trois faces produites en remplacement de chacune des arêtes, par ce mode de reculement, sont dans trois plans différents, et leur rencontre entre elles a lieu au-dessus de ces mêmes diagonales, SL, SV, et SR, fig. 39 et 41, et sur des lignes qui en prennent la place: ces lignes deviennent donc les arêtes du nouveau rhomboïde produit. On peut observer facilement la formation de ces arêtes, sur la fig. 39, et encore mieux sur celle 13[bis], pl. 55, qui représente ce reculement, assez avancé, sur le rhomboïde primitif. Donc, ainsi qu'on en verra de nouveaux exemples dans les calculs suivants, tandis que les reculements faits aux angles par demi-diagonales ou

rangées de molécules, déterminent la formation des plans, ou du moins des lignes droites qui terminent ces mêmes plans, ceux par diagonales, qui représentent toujours un reculement par deux rangées, déterminent la formation des bords ou arêtes. Je me suis arrêté quelques instants, sur ce mode de reculement, parce que c'est un de ceux dont nous ferons le plus fréquemment usage, et qu'il étoit essentiel de s'en faire une juste idée.

§ 124. Pour en faire usage, dans le calcul qui a trait au rhomboïde obtus précédent, ce n'est plus l'angle formé par l'inclinaison FPO de la nouvelle face produite LTUV, fig. 39, avec les plans du rhomboïde primitif, qui est celui qui doit servir de point de ralliement, c'est celui &LS, formé par la rencontre des arêtes, produites par la réunion, entre eux, des nouveaux plans avec ceux du rhomboïde primitif. Si le cristal qu'on a entre les mains appartient au rhomboïde secondaire complet, tel que le représente la fig. 28, pl. 3, il sera toujours très-aisé, par des cassures, d'y établir les plans du rhomboïde primitif, en lui faisant prendre l'aspect des variétés, fig. 24 ou 26 de la même pl. 3.

Prenant donc la mesure de l'angle &LS, fig. 39, et le trouvant d'environ 149°, la partie située à la droite du tableau, fig. 29, pl. 57, étant consultée, avec le secours du rapporteur garni de son diamètre, dont j'ai déja parlé, et dont j'ai donné la fig. à la fin des planches du 3me volume, indiquera pour reculement, celui par une diagonale ou deux rangées, aux angles obtus du sommet. Pour vérifier ce reculement, et parvenir à déterminer tout ce qui peut concerner les plans qui lui appartiennent, l'angle DEF, fig. 42, pl. 58, du triangle mensurateur à construire, sera de 108°, 26′, son côté ED sera égal à 30, 36, valeur de la petite diagonale des plans du rhomboïde, et celui EF sera égal à 24, valeur des bords du même rhomboïde. Résolvant ce triangle, on trouvera l'angle DFE=40°, 36′, et celui EDF=30°, 58′. Conséquemment, la valeur de l'angle formé par la rencontre de l'arête du nouveau rhomboïde, avec le plan de celui primitif, est de 40°, 36′,+108°, 26′,=149°, 2′, angle parfaitement d'accord avec celui donné par la mesure. La valeur de l'angle formé par la rencontre de cette même arête, avec celle du rhomboïde pri-

mitif, qui devient la valeur de l'angle saillant du sommet du nouveau rhomboïde, est de 30°, 58',+108°, 26',+139°, 24': l'angle saillant de la base est donc de 40°, 36'; et enfin l'angle d'inclinaison des arêtes du nouveau rhomboïde sur les plans du rhomboïde primitif, qui est égal à celui FDH, est de 30°, 58'.

§ 125. Soit tracée, maintenant, la coupe IAMK du rhomboïde primitif, fig. 43, pl. 59, faite suivant l'axe vertical, les petites diagonales, et les arêtes de ce même rhomboïde, ainsi que je l'ai représentée sous la fig. 20, pl. 56. Du point qui répond à son sommet, soit menée la droite AD, qui fasse un angle de 30°, 58', avec la ligne AI, petite diagonale du plan du rhomboïde, et qu'elle soit conduite jusqu'à ce qu'elle rencontre le prolongement de celle KI, et soit opéré de la même manière, à l'angle opposé K. Le plan DALK sera la coupe, (faite de la même manière), que celle IAMK du nouveau rhomboïde produit : AD en sera le côté, et AL sera la petite diagonale de ses plans.

Soit tiré l'axe vertical AK, et, des points M et I, soient abaissées, sur cet axe, les perpendiculaires MN et IQ, prolongées jusqu'à ce qu'elles rencontrent les lignes AD et AL. A cause des triangles semblables QAL et NAM, et de l'égalité des lignes AN et QN, que nous avons vues § 108, être chacune le tiers de l'axe vertical, AM sera égal à ML : donc la longueur des petites diagonales des plans du nouveau rhomboïde, est double de celle des arêtes du rhomboïde primitif.

Soit tiré l'axe transversal DL du nouveau rhomboïde, et celui MI du rhomboïde primitif: AM étant égal à ML, sera égal à DI: les lignes MI et AD seront par conséquent parallèles et égales. D'un autre côté, connoissant, dans le triangle DAL, les deux côtés AD et DL, dont nous venons de voir, que l'un est égal à l'axe transversal du rhomboïde primitif, et l'autre le double du côté du même rhomboïde; connoissant aussi l'angle DAL, que ces côtés comprennent, on connoitra facilement le côté DL, axe transversal du nouveau rhomboïde, qu'on trouvera de 86, 54. Ainsi, dans le reculement, dont nous nous occupons, l'axe vertical AK du nouveau rhomboïde, reste

le même que celui du rhomboïde primitif. La longueur de chacun de ses bords est la même que celle de l'axe transversal de ce rhomboïde, et son axe transversal est égal à 86, 54.

§ 126. On voit en outre que, des deux angles dans lesquels l'axe vertical divise celui saillant du sommet, ou de la coupe verticale du nouveau rhomboïde, l'un d'eux, celui le plus petit, est absolument le même que le plus grand du rhomboïde primitif, ce qui est une suite nécessaire de l'invariabilité, dans la direction de l'axe vertical, et dans celle des arêtes, dont les nouveaux plans n'ont fait que prendre la place. Le petit angle KAL est donc, § 115, de 63°, 26', et, comme celui total DAL est, ainsi que nous venons de le voir, de 139°, 24', le plus grand KAD est donc de 75°, 58'. On voit parfaitement aussi, que les plans du nouveau rhomboïde tiennent la place des arêtes de celui primitif, et *vice versâ*.

§ 127. Cherchons maintenant les angles que les plans de ce nouveau rhomboïde doivent former, à leur rencontre avec ceux du prisme de la seconde modification, ainsi que ceux qu'ils doivent de même former, à leur rencontre avec le plan de remplacement de l'angle solide du sommet, qui est perpendiculaire à l'axe.

Soit tirée, du point L, extrémité de la petite diagonale du plan du nouveau rhomboïde, même fig. 43, la ligne LP parallèlement à l'axe vertical; et, du point A, sommet de ce même rhomboïde, soit menée la ligne AR, perpendiculairement à ce même axe. L'angle MLP indiquera l'angle de rencontre des plans du nouveau rhomboïde avec les plans du prisme, et celui MAR, l'angle de rencontre de ces mêmes plans avec celui de remplacement du sommet. Cela posé, l'angle Q, dans le triangle QAL, étant droit, si on retranche l'angle A de 63°, 26', de 90°, et qu'on ajoute 90°, valeur de l'angle QLP, au reste, qui est de 26°, 34', on aura l'angle MLP=116°, 34', et si l'on ajoute 90°, valeur de l'angle RAK, à celui de 63°, 26', on aura de même la valeur de l'angle MAR=153°, 26'. Les faces de ce nouveau rhomboïde, font donc un angle de 116°, 34', avec celles du prisme, et un de 153°, 26', avec le plan de remplacement de l'angle saillant du sommet.

§ 128. Reste à connoître maintenant la mesure des angles des plans du nouveau rhomboïde, ainsi que celle que ces mêmes plans forment entre eux, par leur inclinaison respective.

Pour déterminer la mesure des angles des plans, j'observe, que la valeur de la petite diagonale AL de ces plans, qui est double du côté AM du rhomboïde primitif, ce côté ayant été fixé à 24, étant par conséquent connue, ainsi que celle de son côté AD, qui est égale à l'axe transversal du même rhomboïde, et est conséquemment de 44, 26, § 115; si on suppose que le rhomboïde DAZL, fig. 44, représente le plan de ce nouveau rhomboïde, soit tirée sa petite diagonale AL; elle sera, ainsi que nous venons de le voir, de 48, tandis que les côtés, tels que AD de ce rhomboïde, seront de 44, 26. Soit maintenant tirée la grande diagonale DS; elle coupera la petite à angle droit, ainsi on connoitra, dans le triangle AUD, l'angle U, qui est droit, et les deux côtés AU et AD, le premier égal à 24, et le second à 44, 26, on pourra donc facilement connoître l'angle ADU, et, en le retranchant ensuite de 90°, on connoitra l'angle DAU, qu'on trouvera un peu plus grand que 57°, 9′, en le doublant on aura l'angle de 114, 19′, à infiniment peu près. La mesure des angles des plans du rhomboïde de la 4me modification, est donc 114°, 17′, pour ceux obtus, et 65°, 41′, pour ceux aigus.

§ 129. Pour connoître enfin l'inclinaison respective des plans de ce nouveau rhomboïde entre eux, soit fig. 44, abaissée, du sommet A, la perpendiculaire AS sur un des côtés opposés. L'angle formé par cette perpendiculaire, et celle supposée abaissée de même dans le plan de retour, indiqueroit l'inclinaison des plans entre eux, à leur rencontre sur les arêtes pyramidales. Cet angle, ainsi qu'il a été démontré par la fig. 18, pl. 56, dans le calcul concernant le rhomboïde primitif, § 108, seroit donc représenté par la valeur de l'angle du sommet d'un triangle isocèle, dont les côtés isocèles seroient égaux à la perpendiculaire AS, et dont la base seroit égale à la grande diagonale des plans: reste donc à connoître la perpendiculaire AS, et la grande diagonale DZ. Pour cela, j'observe que dans le triangle DAS, on connoit les trois angles et le côté AD, celui

AS sera donc facilement trouvé: il est de 40, 33. Pour avoir la diagonale DZ, j'observe qu'on connoit dans le triangle DAZ tous les angles et les côtés AD et AZ; on trouvera en conséquence que DZ = 74, 34. Soit ensuite construit un triangle isocèle SAX, fig. 45, dont les côtés soient à la base, dans le rapport de 40, 33 à 74, 34, et soit abaissée la hauteur AT. Le triangle rectangle STA, dont on connoit l'angle droit et les côtés AS et ST, donnera l'angle SAT = 67°, 13. Conséquemment, l'angle d'inclinaison des plans entre eux, sur les arêtes, est de 134° 26′, double de 67°, 13′, et, sur les bords de la base, de 45°, 34′.

Cette méthode, ainsi qu'on le voit, est extrêmement simple et extrêmement facile : elle se borne à une résolution de triangle, et, en procédant avec ordre, le calcul de chaque fait particulier prépare et facilite celui des autres.

§ 130. Trois des modifications du rhomboïde primitif qui viennent d'être d'écrites, savoir : celle qui produit un prisme aux angles, celle qui produit le plan de remplacement du sommet perpendiculairement à l'axe, et celle qui produit le rhomboïde obtus qui vient d'être calculé, étant les modifications qui se rencontrent le plus communément avec les autres, afin de donner plus de facilité pour reconnoître, dans la nombreuse série des cristaux de chaux carbonatée, les plans qui appartiennent à chacune des différentes modifications, j'ai pris les trois qui viennent d'être citées, pour point de comparaison, et en conséquence, j'ai donné, dans le tableau des résultats du calcul qui appartient chaque modification, la mesure des angles d'incidence des plans de chacune d'elles, avec les faces de chacune de ces modifications, auxquelles j'ai donné le nom de *modifications déterminantes*.

RHOMBOÏDES OBTUS,

PRODUITS PAR LE REMPLACEMENT DE L'ANGLE SAILLANT DU SOMMET DU RHOMBOÏDE PRIMITIF, PAR TROIS PLANS PLACÉS SUR LES FACES.

§ 131. Nous allons prendre pour exemple, le rhomboïde obtus de la 8me modification qui seul appartient à cette division. La fig. 46, pl. 52, représente le passage du rhomboïde primitif à ce rhomboïde secondaire, et fait voir, très-sensiblement, qu'il est dû à un reculement des lames cristallines, aux angles obtus qui concourent à la formation de l'angle saillant du sommet.

Avant de passer à la détermination de tout ce qui peut concerner ce nouveau rhomboïde, je crois devoir observer, que la première chose qu'il est nécessaire de faire, à l'égard d'un nouveau cristal dont on veut déterminer, soit les angles, soit la nature du reculement qui doit avoir donné naissance à ses faces, est de déterminer la mesure de l'angle formé par la rencontre, soit de ces mêmes faces, soit des autres parties du cristal qu'on veut faire servir à sa détermination, avec les plans du rhomboïde primitif, ou avec ceux de clivage qui en tiennent la place. Il est en outre extrêmement utile, lorsqu'on le peut, de prendre la mesure d'un des autres angles d'incidence de ces faces, afin de pouvoir avoir un point de comparaison, qui puisse mettre dans le cas de fixer, avec une plus grande approximation, la mesure du premier. Dans les rhomboïdes, lorsque la chose est possible, l'angle saillant du sommet du nouveau rhomboïde est le plus naturel à prendre, pour second angle ; mais il arrive souvent qu'on ne peut pas y parvenir : alors, l'angle d'incidence de leurs faces avec les plans d'une des trois modifications précédentes, que j'ai nommées déterminantes, et dont il est bien rare,

lorsque le rhomboïde n'est pas complet, que les plans de l'une d'elles ne soient pas combinés avec les siens, peut être pris de même pour angle de comparaison.

§ 132. Comme il doit être extrêmement rare de rencontrer le rhomboïde obtus dont nous nous occupons, à l'état complet, ou même voisin de cet état, ce que je n'ai point encore pu observer, n'ayant rencontré ses plans que combinés avec ceux de quelques-unes des autres modifications, le plan de clivage doit être rare à pouvoir être obtenu d'une manière assurée, et alors l'angle de la coupe verticale ne peut être mesuré. Mais les plans de ce rhomboïde se montrent combinés avec ceux des 2me et 3me modifications, dans les variétés représentées, sous les fig. 64 et 65, pl. 5, qu'on rencontre parmi les cristaux de chaux carbonatée du Hartz. Je vais en conséquence faire servir, pour exemple de ce genre de détermination, l'angle d'incidence des plans du nouveau rhomboïde sur ceux du prisme de la 2me modification ; et je ferai servir ensuite l'angle d'incidence de ces mêmes plans sur le plan de remplacement du sommet ou de la 3me modification, d'angle de comparaison.

La mesure de l'angle d'incidence des plans de ce nouveau rhomboïde avec ceux du prisme de la seconde modification, ou les bords de celui de la première, ce qui revient au même, étant prise par le moyen du goniomètre, je la trouve être d'environ 104°: je trace, en conséquence, la verticale DP, fig. 47, et, par son extrémité supérieure D, je mène la ligne DA, qui fait avec elle un angle ADP de 104°. D'un point quelconque A de cette ligne, je tire une ligne AK parallèle à DP : la ligne AD étant considérée comme appartenant à la petite diagonale des plans du nouveau rhomboïde, et indiquant la direction de ces plans, celle AK désignera la direction de son axe vertical. Dans ce cas, l'angle DAK seroit le plus petit des deux angles, dans lesquels cet axe diviseroit l'angle saillant de son sommet, et le point A indiqueroit le sommet du nouveau rhomboïde. Si, de ce point A, je tire la ligne AZ perpendiculaire à cet axe ; cette ligne représentera donc alors la direction du plan de remplacement de l'angle du sommet, perpendiculairement à l'axe.

Or cette ligne fait avec celle AD, direction des plans du rhomboïde, un angle ZAD, composé des deux angles DAK et KAZ. Pour avoir la valeur de l'angle DAK, de l'extrémité inférieure de la ligne DP, j'abaisserai la ligne PK perpendiculaire sur AK, les angles du quadrilatère DAKP valant quatre angles droits, et ceux P et K étant tous deux droits, l'angle DAK sera supplément de celui ADP, qui est de 104° : il sera par conséquent de 76° : l'angle ZAD, égal à DAK + KAZ, sera donc de 76° + 90° ou de 166°.

Mesurant maintenant, sur la nature, cet angle qui est celui de rencontre du plan de remplacement du sommet avec les plans du rhomboïde primitif, je le trouve parfaitement d'accord avec celui que vient de me donner le calcul, d'où je conclus que celui de 104°, que j'avois trouvé pour l'angle de rencontre des plans du prisme avec ceux du rhomboïde, ne contenoit pas d'erreur sensible à l'instrument. Cette exactitude me détermine à m'en servir pour préparer la détermination de tout ce qui peut concerner ce nouveau rhomboïde.

Si, au contraire, ce second angle, étant pris sur la nature, n'avoit pas été exact, j'aurois augmenté ou diminué le premier, jusqu'à ce l'exactitude, entre l'angle du calcul et celui mesuré, eût existée.

Avant de passer au calcul du reculement, il est nécessaire de connoître encore l'angle d'inclinaison des plans du nouveau rhomboïde, sur ceux du rhomboïde primitif. Pour y parvenir, après avoir observé que le clivage de ce nouveau rhomboïde se fait sur ses faces, du sommet A, fig. 47, soit tirée la ligne AI, de manière à faire avec AK l'angle de 45° que font les petites diagonales des plans du rhomboïde primitif, avec l'axe vertical : cette ligne indiquera la direction de la petite diagonale, et par conséquent celle du plan même du rhomboïde primitif. Retranchant cet angle de 45° de celui DAK de 76°, l'angle DAI qui restera, sera de 31° ; soit prolongée indéterminément la ligne DA jusqu'en C', et celle IA jusqu'en B : l'angle C'AI sera l'angle d'incidence des plans du nouveau rhomboïde, sur ceux du rhomboïde primitif ; mais cet angle est égal à 180° moins l'angle BAC, qui lui-même est égal à celui DAI, que

nous avons vu être de 31°, il sera donc de 149°. Ainsi, d'après les données offertes par les mesures prises sur la nature, l'angle d'incidence des plans du nouveau rhomboïde sur ceux de celui primitif, seroit de 149°.

§ 138. Assurons maintenant cet angle, d'une manière plus positive, par le calcul du reculement des lames, afin de pouvoir déterminer exactement tout ce qui concerne ce nouveau rhomboïde. Pour cela, je consulte le tableau que je me suis fait, des reculements aux angles du sommet, et qui est analogue à celui représenté sous la fig. 29, et le reculement par deux demi-diagonales en largeur, me paroissant être celui qui appartient à ce rhomboïde je m'y arrête. Je construis, en conséquence, le triangle mensurateur DEF, fig. 48, de manière que les côtés DE et EF de l'angle de 108°, 26', soient entre eux, dans le rapport de deux fois la moitié de la petite diagonale des plans du rhomboïde primitif, au côté du même rhomboïde; ou de deux fois 15, 18 à 24; et finissant le calcul, ainsi que cela a été fait, dans les exemples précédents, je trouve que l'angle DFG est de 149°, 2', infiniment près par conséquent de celui que m'avoient donné les mesures prises sur la nature; et que l'angle FDE, inclinaison des plans du nouveau rhomboïde sur ceux du rhomboïde primitif est de 30°, 58'.

Traçant, en conséquence, la coupe verticale IAMK du rhomboïde primitif, fig. 49, ainsi que son axe vertical AK, et les deux perpendiculaires à cet axe, MO et IS, prolongées indéterminément de chaque côté de cette coupe, je mène, du sommet A, la droite AX, faisant avec la ligne de direction AI des plans du rhomboïde primitif, l'angle XAI de 30°, 58', et je continue cette ligne jusqu'à ce qu'elle rencontre, en un point D, le prolongement de la perpendiculaire SI à l'axe vertical. Comme le nouveau rhomboïde a le même axe vertical que celui primitif, et que ses plans sont placés sur ceux mêmes de ce rhomboïde, la perpendiculaire XL, qui passe par le tiers de son axe, aura exactement la même direction que celle OM, dans le rhomboïde primitif: et, comme, dans tout rhomboïde, l'axe vertical divise cette ligne en deux parties, dont celle qui aboutit à

l'extrémité des bords, est double de celle qui aboutit au milieu des petites diagonales des plans, § 115, si, après avoir fait NL égal à 2NX, on tire la droite AL, et qu'on mène des points L et D, les lignes LK et DK, au point K de la coupe qui répond au sommet opposé du rhomboïde, le plan DALK sera celui de la coupe verticale du nouveau rhomboïde. Cela posé, la petite partie XAN de l'angle du sommet de la coupe, étant composée des angles OAN et OAX, dont le premier est de 45°, et le second de 30°, 58', sera de 75°, 58': connoissant donc les trois angles du triangle NAX, et le côté AN, tiers de l'axe vertical du rhomboïde primitif, et par conséquent de 10°, 73', je connoîtrai facilement le côté XN, que je trouverai de 42°, 92': la ligne NL, double de XN, est donc de 85, 84. Ainsi, je connoîtrai, dans le triangle NAL, l'angle droit N et les côtés qui le renferment, ce qui me mettra à même de chercher la valeur de l'angle NAL, que je trouverai de 82°, 53', l'angle DAL, qui est celui obtus de la coupe verticale du nouveau rhomboïde, est donc de 75°, 58',+82°, 53', ou 158°, 51', et, par conséquent, celui aigu, qui est son supplément, est de 21°, 9'.

Par le moyen du triangle NAX, fig. 49, je connoîtrai facilement le valeur de la moitié AX de la petite diagonale AD, que je trouverai de 44, 25: et je connoîtrai, par celui NAL, la valeur du côté AL, que je trouverai de 86, 61. Construisant donc, fig. 50, un rhombe qui ait, pour moitié AX de sa petite diagonale, 44, 25, et pour ses côtés AV, AL, &c. 86, 61; ce rhombe me représentera un des plans de celui que je cherche à déterminer. Pour en avoir les angles, après avoir tiré la grande diagonale VL, j'observe que je connois, dans le triangle rectangle AXV, en outre de l'angle droit X, les côtés AX et AV: je connoîtrai donc facilement l'angle AVX, moitié de l'angle aigu de ce plan, que je trouverai être de 30°, 43': ainsi l'angle aigu des plans de ce nouveau rhomboïde, est de 61°, 26', et celui obtus, de 118°. 34'.

Pour connoître l'angle d'incidence de ces plans entre eux, j'abaisse, du sommet A, fig. 50, la perpendiculaire AB sur le côté VD, et, par une opération semblable à celle faite dans le calcul du rhom-

boïde précédent, je trouve que ces plans se rencontrent entre eux, sur les arêtes, sous un angle de 156°, 24′, et sous un de 23°, 36′ sur les bords de la base.

La grande diagonale VL, obtenue par la résolution du triangle VAL, est de 156°, 24′.

Reste donc à déterminer les angles formés par la rencontre des plans de ce nouveau rhomboïde avec les trois modifications déterminantes. Soit tirée la ligne DP parallélement à l'axe AK, l'angle Q, du triangle AQD, fig. 49, étant droit, et celui A étant de 75°, 58′, l'angle ADQ, qui est son complément, sera de 14°: 2′; celui ADP, formé par la rencontre des plans du prisme avec ceux du rhomboïde, sera donc de 90° + 14°, 2′ ou de 104°, 2′, et l'angle DAK étant de 75°, 58, celui DAZ d'incidence des plans du rhomboïde sur le plan de remplacement du sommet, sera de 75°, 58 + 90, ou de 165°, 58′.

Et enfin, comme le plan du rhomboïde de la 4me modification est parallèle à l'arête AM du rhomboïde primitif, si, d'un point quelconque a, de l'arête du nouveau rhomboïde, on tire la ligne a b parallélement à celle AM, cette ligne représentera la direction des plans du rhomboïde de la 4me modification, et l'angle A a b, celui d'incidence de ces plans sur les arêtes du nouveau rhomboïde. Mais cet angle est égal à 180°, moins l'angle L a b, qui lui même, à cause des parallèles a b et AM, est égal à celui LAM ; et cet angle LAM est égal à celui NAL moins l'angle NAM, ou à 82°, 33′—63°, 26′ =19°, 27′ : donc l'angle d'incidence des arêtes de ce nouveau rhomboïde sur les plans de celui de la 4me modification, est de 180°—19°, 27′, ou de 160°, 33′. On voit, en outre, par la direction de la ligne a b, que les plans du rhomboïde la 4me modification, *equiaxe* de Mr. l'Abbé Haüy, sont placés à la base et sur les arêtes de ce nouveau rhomboïde.

§ 134. Ce rhomboïde obtus secondaire a pour un de ses caractères distinctifs, ainsi qu'on a pu le voir dans le cours du calcul de détermination, d'avoir la petite diagonale de ses plans, double de l'axe transversal du rhomboïde primitif.

§ 135. Je crois devoir observer ici que, si, après avoir mesuré avec l'instrument l'angle de rencontre des plans de ce rhomboïde avec ceux du prisme, que nous avons trouvé être de 104°, et qui détermine la valeur de 165°, 58′, obtenue par le calcul, pour l'angle de rencontre du plan de remplacement du sommet avec ceux de ce même rhomboïde, cet angle de 165°, 58′, étant mesuré avec le goniomètre, sur le cristal, ne paroissoit pas convenir exactement, ce seroit une preuve qu'il y auroit eu une erreur de commise dans la mesure de celui d'incidence des plans du prisme. Il faudroit, en conséquence, faire varier légérement cet angle, jusqu'à ce que les mesures prises sur les deux angles de comparaison soient parfaitement d'accord. Cela est absolument nécessaire, pour ne pas être exposé à sacrifier à l'intérêt du calcul, celui, plus grand encore, de l'exactitude. On sent aussi, qu'au lieu de prendre l'angle d'incidence des plans du nouveau rhomboïde sur ceux du prisme, pour angle de détermination, on auroit pu, de la même manière, prendre celui de ces mêmes plans avec le plan de remplacement du sommet.

RHOMBOÏDE OBTUS,

PRODUIT PAR LE REMPLACEMENT DES ARÊTES PYRAMIDALES DU RHOMBOÏDE PRIMITIF, PAR UN PLAN QUI NE LEUR EST PAS PARALLÈLE, MAIS INCLINÉ VERS LE SOMMET DE CE RHOMBOÏDE.

§ 136. Le rhomboïde de la 5me modification, le seul qui appartienne à ce mode de reculement, va nous servir d'exemple pour la détermination de ces rhomboïdes.

La fig. 51, pl. 60, représente le passage du rhomboïde primitif à ce nouveau rhomboïde; on y voit, très-distinctement, que le reculement qui lui donne naissance, est intermédiaire, et se fait le long des arêtes qui, sur cette figure, sont indiquées par les lignes AI, AK et AP, et que les plans que ce reculement produit de chaque côté de l'arête, sont sur un même niveau, et n'en forment qu'un. On voit de même que ce reculement en exige un auxiliaire aux angles du sommet, qui, de même que dans les exemples précédents, peut être considéré comme se faisant par petites diagonales des plans des molécules. C'est aussi d'après ce reculement auxiliaire, qui présente infiniment plus de facilité que celui direct qui a lieu le long des arêtes, que nous allons soumettre au calcul tout ce qui concerne ce rhomboïde.

§ 137. Si le cristal que j'ai entre les mains, pour déterminer tout ce qui a trait au rhomboïde de cette modification, est celui représenté sous la fig. 48, pl. 4 des cristaux, qu'il n'est pas très-rare de rencontrer, parmi ceux de chaux carbonatée du Hartz; pouvant obtenir avec utilité le plan de clivage, je me le procure, et mesure son incidence sur les arêtes du rhomboïde. Cet angle est celui ALR de la fig. 52, pl. 60, qui appartient à ce nouveau rhomboïde, supposé

clivé suivant la direction de tous les plans de celui primitif; et, dans ce rhomboïde, ce clivage a lieu sur les arêtes pyramidales. La mesure de cet angle me paroit approcher très-près de 145°. Je prends ensuite celle de l'angle LAD de la coupe verticale de ce même rhomboïde, qui me paroit très voisin de 150°.

Calculant maintenant ce rhomboïde, d'après la loi de reculement par diagonales ou par deux rangées de molécule aux angles du sommet, je commence par porter mon attention, ainsi que dans les exemples précédents, sur le tableau construit d'après ce mode de reculement*: et trouve que celui par 5 diagonales en largeur ou 10 demi-diagonales, et 6 lames de hauteur, répond assez exactement à celui qui doit me donner l'angle de 145° que j'ai trouvé par la mesure. Je le détermine donc, et, pour cela, construisant le triangle DEF, fig. 53, dans lequel l'angle E est de 108°, 26′, et les côtés DE et EF dans le rapport de 5 diagonales du cristal primitif à 6 côtés, je trouve, en le résolvant, que l'angle DFE est de 36°, 58′, et que, par conséquent, celui DFG, inclinaison des arêtes du nouveau rhomboïde primitif, est de 145°, 18′: angle très-voisin, en effet, de celui de 145°, qu'avoit donné la mesure avec l'instrument: et que celui FDE, inclinaison des mêmes arêtes de ce rhomboïde sur les plans du rhomboïde primitif est de 34°, 42′.

Après avoir établi la coupe verticale SAOK, fig. 54, du rhomboïde primitif, ainsi que dans les exemples précédents, je tire de même, du point A, la ligne AL, faisant avec celle AS, l'angle de 34°, 42′, et comme, dans cette modification, les arêtes du nouveau rhomboïde doivent être placées sur les faces de celui primitif, je prolonge cette ligne jusqu'à ce qu'elle rencontre, au point L, le prolongement de la première perpendiculaire OM, à l'axe OK.

* On peut, à ce sujet, construire un tableau particulier analogue à celui, fig. 29, mais dans lequel les divisions, au lieu de n'avoir qu'une moitié des petites diagonales du rhomboïde primitif en largeur, sur une ligne égale à son côté en hauteur, auroit une des petites diagonales en largeur, sur une hauteur semblable. On peut de même se servir de celui représenté sous la fig. 29, en prenant les lignes de divisions horisontales doubles, ainsi qu'elles sont indiquées sur la premiere rangée de ce tableau.

Après avoir ensuite calculé, par le triangle LAN dont je connois les trois angles, la valeur du côté AN, ainsi que celle du côté LN, je fais NX égal à la moitié de ce dernier. Après avoir aussi, du point A, tiré la ligne AX, jusqu'à ce qu'elle rencontre le prolongement de la seconde perpendiculaire à l'axe, SI, je mène, du point K, les lignes KD et KL, et le plan LADK représente alors la coupe verticale du nouveau rhomboïde. Calculant maintenant l'angle LAD de cette coupe, par les triangles LAN et DAN, dans le premier desquels je connois l'angle LAN = 45° + 34°, 42′, ou 79°, 42′, et dans le second, l'angle droit et les deux côtés AN et NX, ce dernier étant la moitié de LN donné par le triangle LAN, je trouve 70°, 1° pour mesure de l'angle DAN. L'angle total LAD, mesure de l'angle du sommet de la coupe, est donc de 149°, 43′, angle très-voisin de celui d'environ 150°, que m'avoit donné la mesure que j'avois prise ; d'où je conclus qu'il n'existe aucune erreur dans celle par laquelle le reculement a été déterminé.

Déterminant ensuite, ainsi que dans les exemples précédents, par le moyen de la demi-diagonale AX, fig. *54* et *55*, et du côté AL, les valeurs des angles des plans rhombes représentés par la fig. *55*, je trouve celui obtus VAL de 117°, *56*′, et celui aigu AVD, de 62°, 4′. Déterminant de même, par le moyen de la perpendiculaire AB, fig. *55*, la valeur des angles formés par l'incidence des plans entre eux, je trouve celui BAB′, fig. *56*, formé par leur incidence sur les arêtes, de 151°, 48′: par conséquent, cette même incidence sur les bords de la base, est de 28°, 12′.

Pour finir ce qu'il nous reste à déterminer, pour mettre les plans de ce nouveau rhomboïde dans le cas d'être reconnus, dans toutes les combinaisons des plans des diverses modifications, au nombre desquels les siens peuvent se rencontrer, il reste à déterminer, 1° l'angle ADP, fig. *55*, formé par la rencontre des plans de ce rhomboïde avec ceux du prisme : cet angle est égal à IDP + IDA, ou à 90° + 19°, *59*′=109°, *59*′.

2°. L'angle YAD, formé par la rencontre des plans du nouveau rhomboïde, avec le plan de remplacement du sommet. Cet angle

est égal à 180°— ZAD ; mais ZAD est égal à 90°—NAD, qui est égal à 70°, 1′, et est parconséquent de 19°, 59′; donc YAD est égal à 160°, 1′.

3°. L'angle formé par la rencontre des plans de ce rhomboïde, avec ceux des plans du rhomboïde de la 4me modification. Pour cela, par un point quelconque a de la ligne AD, soit mené a b parallèlement à l'arête AO du rhomboïde primitif, l'angle Aab sera celui demandé ; mais cet angle est égal à 180°—Dab, et Dab égale DAO, qui lui même est égal à NAD—NAO ou 70°, 1′—63°, 26′, et est parconséquent de 6°, 35′: donc l'angle Aab = 180—6°, 35′ ou 175°, 25′.

RHOMBOÏDE OBTUS,

PRODUIT PAR LE REMPLACEMENT DES ARÊTES PYRAMIDALES DU RHOMBOÏDE PRIMITIF, PAR UN PLAN QUI NE LEUR EST PAS PARALLÈLE, MAIS INCLINÉ SUR EUX, EN SE RAPPROCHANT DES BORDS DE LA BASE DE CE RHOMBOÏDE.

§ 138. Prenant pour exemple le rhomboïde de la 7me modification, la fig. 57, pl. 60, représente le passage du rhomboïde primitif à ce nouveau rhomboïde; et les lignes ponctuées indiquent des grandeurs différentes, dans les plans qui lui appartiennent. On voit, par ces lignes, que cette modification peut être indifféremment envisagée, comme produite par un reculement intermédiaire, soit le long des arêtes du rhomboïde primitif, soit aux angles aigus qui reposent sur la base. La fig. 59 fait voir que, quelle que soit la manière d'envisager ce reculement, il en exige en outre deux auxiliaires: un aux angles obtus du sommet par lequel l'arête aL est formée, et qui se calcule par petites diagonales, et un autre aux angles obtus de la base, et qui se calcule par moitiés des mêmes petites diagonales. Le calcul par les reculements auxiliaires, est ici beaucoup plus simple et beaucoup plus facile que celui par les reculements intermédiaires, ainsi que cela avoit lieu dans les reculements précédents; et nous verrons, dans celui ci, qu'il est absolument égal pour le résultat, quel soit celui des deux reculements auxiliaires, qui viennent d'être indiqués, que l'on choisisse.

§ 139. Choisissons, pour ce moment, le premier des deux, celui par diagonales ou par deux rangées de molécules aux angles obtus du sommet. Il est préalablement nécessaire de mesurer l'angle ALR, formé par la rencontre de l'arête AL du nouveau rhomboïde fig. 57, avec les plans de celui primitif, ou ceux de

clivage qui en tiennent la place. Ayant trouvé la mesure de cet angle entre 156° et 157°, mais paroissant plus voisin de celui 157°, je consulte, de la même manière que dans l'exemple précédent, le même tableau, fig. 29, pl. 57, qui indique le reculement par 3 petites diagonales en largeur, et 2 lames de hauteur, aux angles obtus du sommet. Ayant donc construit le triangle mensurateur DEF fig. 60, dont le rapport entre les côtés DE et EF, est celui de trois petites diagonales, à 2 des côtés du rhomboïde primitif, le calcul, fait de la même manière que dans les exemples précédents, donne l'angle F=48°, 22′, celui D=23°, 12′, et, par conséquent, celui DFG, ou l'angle d'incidence des arêtes du nouveau rhomboïde sur les plans de celui primitif, est de 156°, 48′; ce qui est parfaitement conforme à la mesure qui avoit été prise avec l'instrument: l'angle d'inclinaison des arêtes sur les plans du rhomboïde primitif, est donc de 23°, 12′.

Pour continuer le calcul, d'après ce mode de reculement, je trace la coupe verticale SAOK, du rhomboïde primitif, fig. 58, et, après avoir tiré la ligne AL, de manière à faire avec la petite diagonale AS des plans du rhomboïde primitif, l'angle de 23°, 12′, je la prolonge jusqu'à ce qu'elle rencontre, aù point L, le prolongement de la perpendiculaire à l'axe, OM. Ainsi que dans le rhomboïde précédent, les plans de celui qui fait l'objet de ce calcul, étant en remplacement des arêtes du rhomboïde primitif, je prends la moitié de LN, que je porte de l'autre côté de l'axe, de N en X, et je tire la ligne AX prolongée jusqu'en D, où elle rencontre l'autre perpendiculaire à l'axe, SI; ayant ensuite tiré les lignes KL et KD, le plan LADK est la coupe verticale du nouveau rhomboïde.

§ 141. Les lignes qui tracent cette coupe n'existent cependant pas, dans cette figure, à la véritable place qui leur convient: le sommet des angles aigus de la base du rhomboïde primitif, tel que celui a s x, fig. 59, étant les bornes du reculement, le plan du nouveau rhomboïde doit passer par le sommet des angles solides de la base, représenté par le point O, dans la fig. 58. Pour avoir, en conséquence, l'emplacement des deux points qui répondent aux deux

sommets du rhomboïde primitif, je mène, par le point O, une parallèle a d à la ligne AX, qui rencontre l'axe vertical au point a. De ce point, je tire la ligne a l parallèle à celle AL ; et, après avoir fait la même opération à l'angle K, le plan l a d k, exactement semblable à celui SAOK, est celui de la coupe verticale du nouveau rhomboïde, située ainsi qu'elle le doit être à raison de celle du rhomboïde primitif. Mais, comme tout est semblable dans ces deux rhomboïdes, à la différence de grandeur près, qui tient à celle de leurs axes, et qu'ils sont en outre semblablement placés, le calcul, sur celui qui se termine au sommet de la coupe verticale du rhomboïde primitif, étant plus simple et plus facile, nous choisirons celui là de préférence, pour les calculs nécessaires à faire pour sa détermination, calculs qui sont absolument les mêmes que ceux que nous avons employés, dans le reculement précédent, § 136.

Ces calculs nous apprendront; 1° que le grand angle LAN de cette coupe est de 68° 12′, et le petit NAX de 51°, 20′, et que, par conséquent, l'angle total de la coupe, qui est l'angle saillant du sommet du rhomboïde, est de 119°, 32′. La mesure de cet angle, étant prise avec l'instrument, donne absolument le même angle; ce qui démontre la justesse de la première mesure qui avoit été prise, ainsi que celle du reculement qui a été déterminé d'après elle. Ce même angle saillant, pris à la base, est donc de 60°, 28′.

2°. Par le rapport du côté AL avec la petite diagonale AD, qui est celui de 28, 89 à 34, 36, je déterminerai les angles des plans du rhomboïde, que je trouverai de 107°, 3′ et 72° 57′, fig. 61.

3°. Par la perpendiculaire AB, fig. 61 et 62, qui est de 27, 63, et par la moitié de la grande diagonale BT, fig. 62, qui est de 23, 39, je déterminerai l'angle d'incidence des plans du rhomboïde entre eux, que je trouverai être de 115°, 42′ et 64°, 18′.

4°. Je trouverai l'angle d'incidence ADP, fig. 58, des plans du rhomboïde sur ceux du prisme, égal à 38°, 40′ + 90° ou 128°, 40′.

5°. Je trouverai de même l'angle d'incidence DAY, des plans du rhomboïde, sur celui de remplacement du sommet, égal à 51°, 20′ + 90° ou 141°, 20′.

Et 6° enfin, que pour trouver l'angle d'incidence A o′ d′ des plans du nouveau rhomboïde, sur ceux de celui de la 4ème modification, si, par un point o′ quelconque, placé sur l'arête AO du rhomboïde primitif on tire la ligne o′ d′ parallélement à celle AD, on observera que l'angle Ao′d′ est égal à 180, moins la valeur de l'angle O o′ d′; mais l'angle O o′ d′ est égal à celui OAD, et ce dernier est égal à l'angle NAO de 63°, 26′, moins celui NAD de 51° 20′, et est par conséquent de 12°, 6′: l'angle A o′ d′ est donc de 180°—12°, 6′ ou de 167°, 54′.

La fig. 58 fait aussi reconnoître, que les plans du rhomboïde primitif, lorsqu'ils sont combinés avec ceux de ce nouveau rhomboïde, sont à sa base et situés sur ses arêtes; et que ceux du rhomboïde de la 4ème modification, sont placés à son sommet et sur ses faces; car d'un côté, il est très-sensible que, la ligne A o′ représentant la direction des arêtes du rhomboïde primitif, et par conséquent celle des plans de la 4ème modification, et o′ d′ la direction des plans du nouveau rhomboïde, les plans du rhomboïde de la 4ème modification sont en effet au sommet et sur les faces de celui dont nous nous occupons. D'un autre côté, si par un point quelconque (a) de la petite diagonale du nouveau rhomboïde, on tire celle a′ s′ parallèlement à la petite diagonale du rhomboïde primitif, la première a′ d′, de ces lignes, indiquera la direction du plan du nouveau rhomboïde, et la seconde a′ s′, la direction des plans du rhomboide primitif, qui, par conséquent, sont à la base et sur les arêtes du premier.

§ 141. Si, au lieu de faire usage du reculement auxiliaire précédent, on avoit voulu se servir de celui qui a lieu à l'angle obtus du plan de retour CSZ, fig. 59, le résultat auroit été le même; mais le calcul auroit eu une autre marche, que je vais faire sentir.

La première chose à faire, pour employer ce reculement à la détermination de ce rhomboïde, est, après avoir mesuré de même, si la chose est possible, l'angle saillant de ce nouveau rhomboïde, que nous avons vu être entre 119° et 120°, de prendre l'angle d'incidence du plan XLAY du nouveau rhomboïde, sur celui du rhomboide primitif, sur lequel il s'incline, ou sur celui de clivage, qui en tient la place. Cet angle étant trouvé être entre 83° et 84°, mais paro-

issant se rapprocher davantage de celui de 84°, le tableau des reculements aux angles obtus de la base, qui est la partie située à gauche de celui, fig. 29, pl. 57, étant consulté, indiquera celui par une rangée, ou par une moitié de petites diagonales, en largeur, sur 3 lames de hauteur.

Construisant alors le triangle DEF, fig. 63, dans lequel l'angle E est de 71°, 34′, et les côtés DE, et EF, dans le rapport d'une moitié des petites diagonales du rhomboïde primitif à trois des ses côtés, on calculera la valeur des angles DFE et EDE ; on trouvera le premier 12°, 6′, et le second de 96°, 20′: l'angle DFG de rencontre du plan du nouveau rhomboïde, avec le plan de celui primitif, sur lequel il s'incline, est donc de 71°, 34′,+12°, 6′, ou de 83°, 40′, et celui FDH de rencontre de ce même plan, avec l'arête du rhomboïde primitif, ou avec le plan de celui de la 4[me] modification, qui, lorsqu'il existe, en tient la place, est de 167°, 54′; car, si d'un point quelconque T on mène TR parallèle à DE, l'angle FDT sera de 180°, moins celui TDR, qui, à cause des parallèles, est égal à celui DFE, qui est de 12°, 6′: cet angle sera donc en effet de 167°, 54′. Nous avions déjà trouvé dans le calcul précédent, fait d'après l'autre décroissement auxiliaire, la même valeur pour le même angle d'incidence.

Pour arriver aux autres calculs qui peuvent concerner ce nouveau rhomboïde, j'observe en premier lieu, que l'angle DFE, fig. 63, qui indique l'inclinaison de la face FD du nouveau rhomboïde, sur l'arête FE de celui primitif, est de 12°, 6′, et qu'il est adjacent à l'angle saillant de la base. Après avoir, en conséquence, construit la coupe verticale SAOK, du rhomboïde primitif, fig. 58, du point S, qui se rapporte à l'angle saillant de la base de ce rhomboïde, je mène la droite Sk, faisant avec celle SK, arête du rhomboïde, l'angle de 12°, 6′ ; et je la prolonge jusqu'a ce qu'elle rencontre, au point K, le prolongement de l'axe vertical AK. Après en avoir fait autant à l'autre angle O, répondant de même à l'angle saillant opposé de la base du rhomboïde, il est évident que les deux points a et k indiqueront les angles de la coupe verticale du nouveau rhomboïde, qui répondent à ceux saillants de son sommet, et que la ligne a k est son axe vertical. D'après les propriétés du rhomboïde,

§ 115, si je divise cet axe en trois parties égales, et que du point q de l'une de ces divisions, j'élève la perpendiculaire s q d, cette perpendiculaire aboutira, d'un côté, à l'angle solide d de la base, et de l'autre au point s, milieu de la petite diagonale des nouveaux plans, ainsi k s doit être une des moitiés de cette petite diagonale : portant donc sa longueur sur son prolongement s l, la ligne k l sera la petite diagonale entière : nous obtiendrons de même l'autre petite diagonale opposée d a; tirant ensuite, des points l et d, aux points a et k, les lignes l a et d k, le plan l a d k sera celui de la coupe verticale du nouveau rhomboïde.

Mais les angles d'inclinaison KSk et AOa, qui sont ici de 12°, 6′, sont exactement les mèmes que ceux employés dans le calcul par le reculement auxiliaire précédent : il en résulte que les nouvelles lignes qui tracent, sur la coupe verticale du rhomboïde primitif, les effets du reculement dont nous nous occupons, ont absolument la même direction, et même se confondent avec ces mêmes lignes, lorsqu'elles sont transportées à leur véritable place, dans le reculement précédent, le résultat du calcul doit donc être absolument le même : la seule différence qu'il y ait, et qui n'existe même que dans le tracé des figures d'explication, est que le tracé du dernier reculement indique, sur l'axe, les points véritables où les sommets du nouveau rhomboïde doivent être placés; tandis que, dans le tracé du premier, nous avions été obligés de les déterminer par une légère opération de transport. Pour la facilité du calcul, il est même bon de ramener, par des parallèles, la coupe l a d k à celle LADK, ayant les points qui indiquent les sommets opposés du nouveau rhomboïde, communs avec ceux qui indiquent les sommets opposés du rhomboïde primitif : le reste de l'opération se fait ensuite de la même manière que dans le reculement auxiliaire précédent.

On voit donc, par cet exemple, que, quand pour sauver l'embarras du calcul par les reculements intermédiaires, on les fait sur ceux auxiliaires, lorsqu'il y a plusieurs de ces reculements qui concourent à la formation du cristal, il est indifférent au résultat du calcul, quel est celui qu'on prend pour lui servir de base.

RHOMBOÏDES AIGUS.

§ 142. Tous les rhomboïdes aigus sont produits, dans la chaux carbonatée, par reculements des lames cristallines, soit aux angles obtus de la base du rhomboïde primitif, soit à ceux aigus. Parmi ceux produits par reculements aux angles aigus, il n'en existe qu'un qui soit la suite d'un reculement simple, ou fait parallèlement aux petites diagonales du rhomboïde primitif: c'est le rhomboïde muriatique, *inverse de Mr. l'Abbé Haüy:* tous les autres sont la suite de reculements intermédiaires.

RHOMBOÏDES AIGUS,

PRODUITS PAR LE REMPLACEMENT DES ANGLES SAILLANTS DE LA BASE DU RHOMBOÏDE PRIMITIF, PAR UN PLAN PLACÉ SUR LES FACES DE CE MÊME RHOMBOÏDE, ET INCLINÉ SUR ELLES.

§ 143. Parmi les cinq rhomboïdes qui appartiennent à ce reculement, je vais choisir, pour servir d'exemple à l'égard du calcul à faire pour déterminer ce qui les concerne, celui que Mr. l'Abbé Haüy a donné dans sa minéralogie, et qu'il désigne sous le nom de chaux carbonatée contrastante. Ce rhomboïde qui se rencontre, soit complet, soit combiné avec les plans d'un très-grand nombre des autres modifications, et qui se montre dans différents endroits, est surtout commun dans les mines de plomb du Derbyshire: il appartient à la 11me modification du cristal primitif de cette substance. Soit, fig. 64, pl. 61, ce rhomboïde, commençant à se former sur celui primitif, et, fig. 65, étant presque complet et ayant seulement, soit

naturellement, soit produits par le clivage, les plans du rhomboïde primitif à son sommet. Il est facile de reconnoître, par ces figures, que le reculement des lames, qui lui donne naissance, a lieu aux angles obtus de la base du rhomboïde primitif.

Ayant mesuré l'angle d'incidence ACQ, fig. 64 et 65, des plans de ce nouveau rhomboïde sur ceux de celui primitif, que je trouve être d'environ 149°, je consulte le tableau des reculements aux angles obtus de la base du rhomboïde primitif, qui m'indique celui par trois rangées en largeur, sur une simple lame de hauteur. Je construis en conséquence le triangle mensurateur DEF, fig. 66, dont l'angle E est de 71°, 34′, et dont les côtés DE et EF ont pour valeur, le premier, trois moitiés des petites diagonales du rhomboïde primitif, et le second, le bord ou arête de ce même rhomboïde. La résolution de ce triangle me fera voir, d'après ce qui a été établi, dans les exemples précédents, que l'angle DFG, formé par l'incidence des plans du nouveau rhomboïde sur celui primitif, est de 149°, 2′, angle parfaitement d'accord avec celui de la mesure, et que l'angle d'inclinaison IFG ou FDE de ce plan sur celui du rhomboïde primitif, est de 30°, 58′.

Ayant, en conséquence, tracé la coupe verticale ASKO du rhomboïde primitif, fig. 67, du point S, qui répond au sommet de l'angle obtus qui repose sur la base de ce rhomboïde, et au point F du triangle mensurateur, je tire la ligne SR, faisant avec la petite diagonale SA, l'angle de 30°, 58′, et je la prolonge jusqu'à ce qu'elle rencontre en B le prolongement de l'axe vertical AK. La ligne SB sera bien certainement la direction de la grande diagonale du plan du nouveau rhomboïde, et le point B, extrémité de l'axe, celui qui, dans sa coupe, répondroit à l'angle solide de son sommet. Si du point O, extrémité de la petite diagonale de la face opposée, je mène de même la ligne OD, faisant avec celle OK l'angle de 30°, 58′, et par conséquent parallèle à celle SB, et que je la prolonge jusqu'à la rencontre, au point D, du prolongement de l'axe vertical, la ligne OD indiquera la direction du plan opposé à celui précédent dans le nouveau rhomboïde, et le point D, l'autre extrémité de son axe

vertical. Divisant cet axe en trois parties égales, et, par les points de division N et T, élevant les deux perpendiculaires RM et CX, les points C et M, où ces deux perpendiculaires rencontreront le prolongement des deux lignes BS et DO, indiqueront l'extrémité des grandes diagonales des plans du nouveau rhomboïde. Menant enfin les deux lignes CD et BM, elles appartiendront aux côtés ou arêtes de ce même rhomboïde, dont le plan CBMD sera, par conséquent, la coupe verticale.

Le triangle SVA étant rectangle, et l'angle SAV etant de 45°, § 115, celui ASV, qui en est le complément, sera aussi de 45°; l'angle BSV sera donc de 33°, 58′ + 45° ou de 75°, 58′; son complément SBV, dans le triangle rectangle SVB, lequel complément est le petit angle de la coupe, sera donc de 14°, 2′.

Pour avoir la valeur du grand angle NBM situé de l'autre côté de l'axe, dans la coupe verticale, j'observe que, connoissant, dans le triangle BAS, l'angle BAS, qui est supplément de l'angle SAK de 45°, et est par conséquent de 135°, la petite diagonale SA des plans du rhomboïde primitif, § 115, et l'angle SBA, il m'est très-facile de trouver la valeur de la ligne BA, ainsi que de son égale KD. Cette valeur étant trouvée de 64, 42, en la doublant et lui ajoutant en outre celle de 32°, 20′, pour l'axe vertical AX du rhomboïde primitif, § 115, la somme 161, 04 sera la valeur de l'axe vertical BD du nouveau rhomboïde : le tiers 53, 68 de cette valeur, sera donc celle de la ligne BN. Connoissant, dans le triangle rectangle BNR, en outre de l'angle droit, les deux autres angles B et R, et le côté BN, il me sera très-facile d'avoir la valeur de RN, que je trouve de 13, 42 ; doublant cette valeur, § 115, j'aurai celle 26, 84 de l'autre partie NM de la perpendiculaire à l'axe : ainsi le triangle rectangle BNM, dans lequel, en outre de l'angle droit, les deux côtés BN et NM sont connus, me donnera facilement la valeur de l'angle NBM, que je trouve être de 26°, 34′.

L'angle total CBM, ou l'angle aigu de la coupe verticale, qui est en même temps celui saillant du sommet du nouveau rhomboïde, est donc de 14°, 2′ + 26°, 34′ ou 40°, 36′.

Si maintenant, du point C, on tire la droite CP parallèlement à BD, on voit, qu'en ajoutant à l'angle BCX, qui est de 75°, 58', étant complément de l'angle CBT de 14°, 2', celui XCP de 90°, la somme 165°, 58', sera la valeur de l'angle d'incidence des plans du rhomboïde sur ceux du prisme.

Si, du point B, on tire la droite BZ perpendiculairement sur l'axe, on voit de même qu'en ajoutant à l'angle RBN de 14°, 2', celui ZBN de 90°, la somme 104°, 2', sera la valeur de l'angle d'incidence des plans du rhomboïde sur celui de remplacement du sommet.

Et enfin, si, par un point quelconque F du côté BM, on tire la ligne FE parallèlement à celle AO, direction des arêtes du rhomboïde primitif, et des plans de celui de la 4me modification, on sent aussi que l'angle EFM, sera celui d'incidence des arêtes du nouveau rhomboïde sur les plans de celui de la 4me modification. Cet angle est égal à 180° moins l'angle EFB; mais l'angle EBF étant de 26°, 34', et celui BEF étant égal à l'angle BAO, qui est supplément de celui UAO de 63°, 26', et est parconséquent de 116°, 34', cet angle est de 36°, 52', donc l'angle EFM est de 180°—36°, 52' ou de 143°, 8'.

Pour connoître les angles des plans du rhomboïde, ainsi que ceux d'incidence de ces plans entre eux, il faut nécessairement commencer par établir le rapport de ses bords avec la grande diagonale de ses plans.

Par le triangle rectangle BNM, dont on connoit tout, à l'exception seulement du côté BM, je connoîtrai facilement ce côté, qui est l'arête ou bord du nouveau rhomboïde, et que je trouve de 60, 02.

Par le triangle rectangle BTC, dont je connois de même tout, à l'exception simplement du côté BC, qui est la grande diagonale des plans du nouveau rhomboïde, je connoîtrai facilement cette diagonale, que je trouve de 110, 69.

Construisant ensuite le rhombe ACVL, fig. 68, dont le côté AC soit de 60, 02, et la grande diagonale AV, de 110, 69, et dans

lequel on tire la petite diagonale CL. Le triangle rectangle CXA, dont je connois, en outre de l'angle droit, les côtés CA et AX, me donnera la valeur de l'angle CAX, moitié de l'angle aigu des plans rhombes, que je trouve être de 22°, 47′. L'angle aigu des plans de ce nouveau rhomboïde, est donc de 45°, 34′, et, par conséquent, celui obtus est de 134°, 26′.

Du point L, sommet de l'angle obtus, abaissant la perpendiculaire LB, sur le côté opposé, l'angle d'incidence des plans entre eux, sur les arêtes pyramidales du rhomboïde, sera représenté par l'angle du sommet du triangle isocèle ABB′, fig. 69, ayant les côtés de l'angle isocèle égaux à la perpendiculaire LB, et pour base, BB′, la petite diagonale des plans du rhomboïde. Le triangle LVB, fig. 68, dont je connois l'angle V, moitié de celui CVL, l'angle droit B, et le côté LV, donne, pour la valeur du côté LB, 42, 86; et celui LVC, dont on connoit tous les angles et deux côtés, donne 46, 48, pour la petite diagonale LC, dont, par conséquent, la moitié est de 23, 24. Ainsi, je connois, dans le triangle BAT′, fig. 69, tout ce qu'il est nécessaire pour déterminer l'angle BAT, moitié de celui BAB′, que je trouve un peu plus grand que 32, 50: donc l'angle d'incidence des plans du rhomboïde entre eux, sur les arètes, qui en est le double, est de 65°, 41′, et, pris sur les bords de la base, de 114°, 19′.

§ 144. J'observerai ici, que ces deux angles de 65°, 41, et de 114°, 19′, sont précisement les mêmes que ceux des plans du rhomboïde de la 4me modification, mais placés d'une manière inverse; ce qui caractèrise ce nouveau rhomboïde.

J'observerai en outre, que tous les rhomboïdes produits par un reculement des lames aux angles obtus qui reposent sur la base du rhomboïde primitif, ne sont pas aigus: il peut exister des réculements à ces mêmes angles qui donnent naissance à des rhomboïdes obtus: la 10me modification en est un exemple; c'est cependant le seul que j'aie encore observé, dans la chaux carbonatée.

RHOMBOÏDE AIGU,

PRODUIT PAR LE REMPLACEMENT DES ANGLES SAILLANTS DE LA BASE DU RHOMBOÏDE PRIMITIF, PAR UN PLAN PLACÉ SUR LES ARÊTES DE CE MÊME RHOMBOÏDE ET INCLINÉ SUR ELLES.

§ 145. Les rhomboïdes produits par ce remplacement, diffèrent de ceux précédents principalement, en ce que, au lieu d'avoir leurs plans placés sur ceux du rhomboïde primitif, il les ont placés sur les arêtes de ce même rhomboïde. Cette différence produit une légère variation dans le mode du calcul, dont je crois devoir faire une mention particulière, mon but étant de ne laisser à l'observateur minéralogiste, qui commence à se livrer à l'étude de la cristallographie, aucune difficulté non résolue, dans tout ce qui peut concerner le rhomboïde: j'agirai de la même manière à l'égard de toutes les autres formes, à mesure que je décrirai les substances auxquelles elles appartiendront.

Les rhomboïdes aigus, dont les plans sont ainsi situés sur les arêtes du rhomboïde primitif, sont ceux les plus nombreux de la chaux carbonatée. J'en ai décrit 10, que j'ai tous observés dans cette substance, et dont trois seulement, ceux qui appartiennent aux 14me, 17me, et 22me modifications, ont été cités par les auteurs qui jusqu'ici ont joint l'étude cristallographique à celle de la minéralogie. Je choisirai parmi eux, pour exemple du calcul qui les détermine, celui qui appartient à la 20me modification, et dont les cristaux sont, ainsi que ceux qui appartiennent à la 21me, assez communs, dans les mines de plomb du Derbyshire, soit à l'état complet, soit ayant leurs plans combinés avec ceux du rhomboïde primitif.

La fig. 70, pl. 61, indique le passage du rhomboïde primitif à ce rhomboïde aigu: on peut observer, sur cette figure, que le recule-

ment auquel ce rhomboïde appartient, a lieu aux angles aigus de la base ; mais, en même temps, on peut y observer aussi, que les bords des nouvelles lames superposées ne sont pas parallèles aux petites diagonales des plans du rhomboïde primitif, et que, par conséquent, le reculement est du nombre de ceux intermédiaires. On reconnoit facilement aussi, d'après tout ce qui a été dit précédemment, que ce reculement en exige un auxiliaire, à l'angle obtus du même angle saillant, placé sur le plan de retour : c'est sur ce reculement auxiliaire que nous allons établir le calcul de tout ce qui peut concerner ce nouveau rhomboïde.

Soit, fig. 70 et 71, ce rhomboïde presque complet, et ayant seulement conservé quelques traces des plans du rhomboïde primitif, ou ces mêmes traces ayant été obtenues par l'opération du clivage. Le reculement auxiliaire à l'angle obtus de la base étant celui qui va diriger le calcul, je mesure l'angle d'incidence que fait, à la base, le plan du nouveau rhomboïde avec celui du rhomboïde primitif, angle indiqué par celui que forme les deux lignes AC et Q&, et je trouve que sa valeur est d'environ 117°.

§ 146. Si quelques circonstances s'opposoient à ce qu'il fût possible de mesurer cet angle, je me contenterois alors de prendre, au sommet du cristal, la mesure de l'angle d'incidence du plan du rhomboïde primitif, sur le plan de retour qui appartient au nouveau rhomboïde ; angle qui seroit indiqué par celui que forment entre elles les deux lignes AC et SG, fig. 71, et RA et C& dans celle, fig. 70 et j'en déduirois facilement ensuite le premier. Prenant, par exemple, dans ce cas, la mesure de cet angle d'incidence, je trouve qu'il est d'environ 63°. Supposant alors le triangle mensurateur, fig. 72, construit ; sans m'embarasser, pour le moment, du rapport qui peut exister entre les côtés DE et EF, je sais seulement : 1° que l'angle DEF est de 71°, 34′ : 2° que la ligne FG représente la direction du plan formé par la masse des molécules superposées, celle FE, l'arête, et le point F, l'angle solide de la base : 2° que la ligne FD représente la direction du plan du nouveau rhomboïde : 3° que la ligne DE représente la direction du plan formé par la masse des molécules sur laquelle

la superposition s'est faite, que celle DH parallèle à FE, représente la direction de l'arête, et le point D, l'angle solide de la base. Il s'en suit nécessairement que le plan de retour AC, fig. 71, du rhomboïde primitif sur lequel a été pris la mesure, est parallèle à celui indiqué par la ligne DE, fig. 72, et que l'angle que forme avec lui le plan du nouveau rhomboïde, indiqué par la ligne SG, fig. 71, est parfaitement égal à celui FDE, fig. 72. Cela posé, ayant trouvé que l'angle d'incidence du plan du rhomboïde primitif sur celui de retour qui appartient au nouveau rhomboïde, et est indiqué par l'incidence entre elles des lignes AC et SG, fig. 71 est d'environ 63°, l'angle FDE du triangle mensurateur seroit d'environ 63°, conséquemment, celui DFE, qui seroit égal à 180°, moins la somme des angles D et E, l'un de 63°, et l'autre de 71°, 34′, auroit 45°, 26′ pour mesure: en lui ajoutant l'angle GFE=71°, 34′, j'aurai, pour mesure de l'angle d'incidence du plan du nouveau rhomboïde sur celui du rhomboïde primitif, pris du côté de la base, environ 117°; angle parfaitement semblable à celui que j'avois précédemment trouvé.

§ 147. Consultant le tableau des reculements aux angles obtus de la base, ce tableau m'indique celui par 14 rangées en largeur, et 13 lames de hauteur: je construis en conséquence le triangle mensurateur fig. 72, dans lequel les côtés de l'angle DEG de 71°, 34′ sont entre eux dans le rapport de 14 demi-petites diagonales des plans de la molécule, et de 11 de ses bords. La résolution de ce triangle me donne l'angle DFE=45°, 42′, par conséquent celui DFG est de 71°, 34′+45°, 42′=117°, 16′, angle qui diffère bien peu, en effet, de celui trouvé par la mesure avec l'instrument.

Traçant ensuite la coupe verticale du rhomboïde primitif, fig. 73, du point S, représentant l'angle saillant de la base, je mène la droite SM, que je prolonge jusqu'à ce qu'elle rencontre en V le prolongement de l'axe vertical AK, et qui fait, avec la direction SA du plan du rhomboïde primitif, l'angle VSA de 117°, 16′. Ayant fait la même opération au point O, ou ayant simplement tiré, par ce point O, une ligne COB parallèle à celle MSV, jusqu'à ce qu'elle ren-

contre, au point B, le prolongement de l'axe vertical AK, les deux points V et B seront très-certainement les sommets des deux angles aigus de la coupe verticale du nouveau rhomboïde, et les lignes CB et MV seront les directions des grandes diagonales de ses plans.

Divisant le nouvel axe BV, en trois parties égales, et élevant, par les points de division N et T, les perpendiculaires à l'axe MR et CX, par les deux points M et C, où ces deux lignes rencontrent celles MV et CB, je mène ensuite les lignes MB et CV : ces lignes appartiendront aux côtés du nouveau rhomboïde, et le plan BMVC sera celui de sa coupe verticale, coupe au moyen de laquelle je déterminerai facilement tout ce qui peut le concerner ; mais j'observe auparavant, qu'ayant porté la ligne, qui indique l'inclinaison du plan du nouveau rhomboïde, sur l'arête SK, au lieu de la porter sur le plan SA, ainsi que dans la coupe précédente fig. 73, l'angle VSA, de 117°, 16', que forme, à la base, le plan du nouveau rhomboïde avec celui du rhomboïde primitif, est, ainsi que tout ce qui concerne cette coupe, en sens inverse de ce qu'il étoit dans le cas précédent. Aussi, lorsque les plans de ce nouveau rhomboïde se combinent avec ceux de quelques-unes des autres modifications, le placement de ses plans est-il en sens inverse, à l'égard de ceux des autres modifications, de celui des plans du rhomboïde de l'exemple précédent.

Connoissant, dans le triangle ABO, fig. 73, l'angle A=116°, 34', supplément de celui OAX, qui est de 63°, 26' ; connoissant aussi l'angle O, égal à celui DFE de 45°, 42', fig. 72, la différence 17°, 44' de la somme de ces deux angles d'avec celle 180° de deux angles droits, est la valeur de l'angle ABO.

Connoissant en outre, dans le même triangle, le côté AO=24, je trouve 56, 39, pour valeur de la partie BA de l'axe vertical ; doublant cette valeur, et ajoutant à la somme 112, 78, la valeur de l'axe vertical du rhomboïde primitif, qui est de 32, 20, j'ai 144, 98 pour valeur de l'axe total BV du nouveau rhomboïde ; en en prenant le tiers, qui est de 48, 33, j'ai celle de la partie BN de cet axe.

Dans le triangle rectangle BNR, dans lequel je connois tous les angles et le côté BN, que je viens de trouver être de 48, 33, je puis chercher la valeur de NR, que je trouve de 15, 46: doublant cette valeur, § 137, j'aurai 30, 92, pour celle de MN.

Connoissant, dans le triangle rectangle BNM, l'angle droit et les deux côtés qui le renferment, je connoîtrai facilement la valeur de l'angle MBN, que je trouve de 32°, 37': donc l'angle aigu de la coupe verticale, qui est en même temps celui saillant du sommet du nouveau rhomboïde, est de 32°, 37' + 17°, 44' = 50°, 21', et celui de la base, de 129°, 39'.

Cherchant la valeur de la grande diagonale BC des plans de ce nouveau rhomboïde, et celle de son côté ou arête BM, pour établir celle des angles de ces plans, le triangle rectangle BTC, dont je connois tous les angles et les côtés BT et TC, me donne 101, 51, pour la valeur de BC; et celui BNM, dans lequel je connois de même tous les angles et les côtés BN et MN, me donne 57, 36 pour la valeur de BM.

Dans le rhombe, fig. 74, qui représente le plan du nouveau rhomboïde, le triangle rectangle AXC, dans lequel je connois, en outre de l'angle droit, le côté AX moitié de celui BC, et par conséquent moitié de 101, 51, et celui AC = 57, 36, me fera connoître la valeur de l'angle CAX, qui est de 27°, 47'; doublant cette valeur, la somme 55°, 34' est la valeur de l'angle aigu des plans de ce rhomboïde: celle des angles obtus est par conséquent de 124°, 26'.

Etablissant enfin la valeur de la perpendiculaire LB, sur le côté CV, fig. 74, pour parvenir à déterminer l'incidence des plans entre eux, je trouve, par le moyen du triangle rectangle LBV, 47, 31 pour la valeur de cette perpendiculaire; et, par le moyen du triangle CAL, 53, 48 pour celle de la petite diagonale CL. Dans le triangle isocèle BAB', fig. 75, dont l'angle du sommet représente l'incidence des plans sur les arêtes du rhomboïde, le triangle rectangle ATB, dont le côté AB est de 47, 31, et celui BT, de 26, 74 moitié de 53, 48, valeur de la petite diagonale, me donnera 34°, 25', pour la moitié BAT de cet angle: l'angle d'incidence des plans entre eux est

donc de 68°, 50′, pris sur les arêtes, et de 111°, 10′, pris sur les bords de la base.

Passons à la détermination de la mesure des angles que forment les plans de ce nouveau rhomboïde avec ceux des modifications déterminantes. Et commençant par celui formé par la rencontre des plans de ce rhomboïde avec ceux du prisme, soit abaissée, par l'extrémité C de la grande diagonale, la ligne CP parallélement à l'axe du cristal: cet angle sera celui BCP, fig. 73; mais ce même angle est égal à 90° plus l'angle BCT, qui est égal à 72°, 16′, il sera donc de 162°, 16′.

Pour déterminer celui formé de même plans par la rencontre du nouveau rhomboïde, mais avec celui perpendiculaire à l'axe dû au remplacement de l'angle solide du sommet; soit tirée la droite YBZ perpendiculairement à l'axe: cet angle, qui sera représenté par celui CBZ, sera égal à 90° plus l'angle NBR, qui est de 17° 44′ et sera par conséquent de 107°, 44′.

L'angle COA, qui réprésente l'angle d'incidence des plans du même rhomboïde sur ceux de celui de la 4me modification, est égal à 180° moins l'angle BOA, que nous avons vu être de 45°, 42′; il sera donc de 134°, 18′.

Pour déterminer enfin l'angle d'incidence des bords pyramidaux de ce même rhomboïde, sur les plans de celui primitif, d'un point a quelconque du bord MB, soit tirée la ligne a d parallèlement à la petite diagonale SA du rhomboïde primitif: cette ligne indiquera la direction des plans de ce rhomboïde; et par conséquent, l'angle M a d sera celui que je cherche. Mais cet angle est égal à la somme des angles a B d et B d a, suppléments, comme lui, de l'angle B a d, dont le premier est de 32°, 37′, et dont le second, par son égalité avec l'angle SAB, est de 135°; donc l'angle M a d sera de 167°, 37′.

§ 148. Parmi ceux des rhomboïdes de la chaux carbonatée qui sont le produit d'un mode de reculement analogue à celui qui vient de nous servir d'exemple, le premier, celui qui appartient à la 14me modification, approche infiniment du cube. Parmi ces rhomboïdes aussi, on peut en observer un dans lequel le reculement aux

angles aigus de la base, cesse d'être intermédiaire, ayant lieu parallèlement aux petites diagonales du rhomboïde primitif, c'est celui muriatique, qui appartient à la 17me modification, *inverse* de Mr. l'Abbé Haüy : ses arêtes ont une direction parallèle aux plans du rhomboïde primitif ; ce qui détermine l'inversion qu'il fait observer.

MODIFICATIONS DODÉCAÈDRES PYRAMIDALES.

§ 149. Les dodécaèdres pyramidaux sont formés par la réunion, base à base, de deux pyramides hexaèdres à plans triangulaires, ayant le plus habituellement, et d'une manière alterne, trois des angles saillants, formés par la rencontre des deux bases, dans un plan différent de celui dans lequel les trois autres sont placés ; ce qui rend leurs plans triangulaires scalènes. Mais ils ont quelquefois aussi les six angles saillants de leur base, dans un même plan : les faces de leurs pyramides sont alors triangulaires isocèles.

Ces dodécaèdres sont, ou obtus, ou aigus. Les premiers, sont dûs à un reculement des lames cristallines le long des arêtes du rhomboïde primitif. Les seconds, sont produits par un reculement des mêmes lames, soit le long des bords de la base, soit aux angles aigus qui reposent sur la même base.

Lorsque les dodécaèdres pyramidaux sont complets, les angles les plus faciles à mesurer sont ceux formés, soit par la rencontre des arêtes entre elles, tant à l'angle saillant du sommet, qu'à celui formé par la rencontre des deux bases, soit ceux formés par l'incidence des plans entre eux ; incidence qui se mesure sur les arêtes. Lorsque les plans de ces dodécaèdres sont combinés avec ceux de quelques-unes des autres modifications, les angles dont la détermination est la plus facile, sont ceux de rencontre, soit avec les plans du rhomboïde primitif, soit avec ceux du rhomboïde de la 4me modification, soit enfin avec ceux du prisme. Je donnerai, en conséquence, les calculs propres à déterminer ces différents angles, conjointement avec celui propre à déterminer chacun de ces dodécaèdres. J'observerai seulement, auparavant, que, quand, ainsi que cela arrive le plus habituellement, les plans du dodécaèdre sont des

triangles scalênes, des six arêtes produites, dans chaque pyramide, par la rencontre de ces plans, trois placées alternativement et dans un sens contraire, pour chacune des pyramides, sont toujours plus obtuses que les trois autres.

DODÉCAÈDRE PYRAMIDAL OBTUS,

PRODUIT PAR LE REMPLACEMENT DES ARÊTES PYRAMIDALES DU RHOMBOÏDE PRIMITIF, CHACUNE D'ELLES PAR DEUX PLANS DONT LES BORDS SONT PARALLÈLES À CES MÊMES ARÊTES.

§ 150. Prenant pour exemple le dodécaèdre pyramidal obtus de la 24me modification, qui est représenté sous la fig. 76, pl. 62, j'observe, que, d'après l'énoncé seul du mode de reculement des lames cristallines, les trois arêtes AG, AE et AB du rhomboïde primitif, fig. 76 et 77, restent invariables, tandis qu'il s'en produit trois nouvelles, sur le milieu de chacune de ses faces. J'observe, en outre, que le reculement des lames cristallines, parallèlement aux arêtes du rhomboïde primitif, exige, ainsi que peut facilement le faire voir un simple coup d'œil jetté sur la figure 26, pl. 57, un reculement auxiliaire par diagonales, soit aux angles du sommet du rhomboïde primitif, soit aux angles obtus de la base. Choisissons, comme étant le plus naturel, celui aux angles du sommet : je mesure l'angle d'incidence ACK, fig. 77, de l'arête AK du dodécaèdre, avec le plan du rhomboïde primitif, ou avec celui de clivage qui le remplace : trouvant cet angle d'environ 154°, le tableau des reculements par diagonales aux angles obtus du sommet, m'indique celui par 9 diagonales en largeur, sur 7 lames de hauteur.

Traçant, en conséquence, le triangle mensurateur DEF, fig. 78, il me donne pour valeur de l'angle DFG, formé par la rencontre des arêtes du nouveau rhomboïde avec les plans de celui primitif, 153°,

58′; ce qui s'accorde parfaitement avec la mesure de cet angle prise par l'instrument; et pour la valeur des angles DFE et FDE, 45°, 32′ et 26°, 2′: ainsi l'angle d'inclinaison IFG, des arêtes sur les plans du rhomboïde primitif, qui est égal à celui FDE, est de 26°, 2′.

Etablissant, d'après ces données, le plan de la coupe verticale du rhomboïde primitif BADC, fig. 79, dans laquelle nous venons de voir que la direction de l'arête AB est invariable, si, du sommet A, on tire la ligne AF, qui fasse, avec la direction AD du plan du rhomboïde primitif, l'angle de 26°, 2′, et qui rencontre, au point F, le prolongement de l'arête CD, et qu'on en fasse autant à l'autre sommet C, les lignes AF et CE seront les arêtes, du dodécaèdre, qui prennent la place des diagonales des plans du rhomboïde primitif, et les lignes AE et CF seront celles qui appartiennent au rhomboïde primitif, et sont restées invariables. Le plan EAFC sera donc le plan de la coupe verticale du dodécaèdre, faite suivant la direction de son axe AC, fig. 76, et celle de deux de ses arêtes opposées; et l'angle EAF sera l'angle saillant du sommet de ce dodécaèdre, pris sur ces mêmes arêtes; mais cet angle est égal à celui EAD plus DAF, le premier étant égal à 108°, 26′, angle de la coupe du rhomboïde primitif, et le second, à 26°, 2′: donc l'angle saillant du sommet du dodécaèdre, pris sur deux arêtes opposées, est de 108°, 26′ + 26°, 2, ou de 134°, 28′; l'angle pris sur ces mêmes arêtes, à la base, est, en conséquence, de 45°, 32′.

Des points F et E, extrémités de ces arêtes, soient abaissées les perpendiculaires à l'axe FH et EG, prolongées jusqu'à la rencontre des arêtes opposées. Dans le triangle rectangle AZF, l'angle ZAF, étant égal à 45° + 26°, 2′ ou à 71°, 2′, celui ZFC, qui est son complément, sera égal à 18°, 58′. Par conséquent, si, du point F, on abaisse la parallèle à l'axe FL, l'angle AFL, qui est celui d'incidence de l'arête qui remplace la petite diagonale du rhomboïde primitif, sur les plans du prisme, sera de 18°, 58′, valeur de l'angle AFH, plus 90° ou 108°, 58′.

Le triangle rectangle AQE, ayant l'angle QAE de 63°, 26′, celui AEQ qui est son complément, est de 26°, 34′: si l'on mène, en

conséquence, la ligne EV parallèlement à l'axe, l'angle AEV, qui est celui d'incidence de l'autre arête sur les plans du prisme, sera de 90° + 26°, 34′ ou 116°, 34′: angle absolument semblable à celui formé par l'incidence des plans du rhomboïde de la 4me modification sur ceux du prisme; ce qui devoit être, la direction de AB, qui indique celle des arêtes du rhomboïde primitif, n'ayant éprouvée aucun changement.

Si, par un point quelconque Y de la ligne AD, on mène la droite YX parallèlement à celle AF, l'angle XYD sera celui d'incidence de l'arête sur le plan du rhomboïde primitif; et nous avons vu que cet angle est de 153°, 58′.

Passons maintenant à la détermination des arêtes, ou plus strictement de l'incidence entre eux des plans qui forment chacune des pyramides du nouveau dodécaèdre. Les angles qui mesurent cette incidence sont, ainsi que je l'ai dit précédemment, de deux mesures différentes, dont l'une est plus obtuse que l'autre. La mesure des angles produits par ces deux différentes incidences, est essentielle à déterminer, ces angles étant bien souvent ceux qui présentent le plus de facilité à être mesurés.

Pour y parvenir, il faut nécessairement commencer par déterminer la valeur de l'arête AF du nouveau rhomboïde, ainsi que la partie AH de celle AE: il faut aussi déterminer celle des parties FZ et ZH, de la perpendiculaire à l'axe FH.

L'angle ADF étant le supplément de celui ADC, qui est de 71°, 34′, est de 108°, 26′, les trois angles du triangle DAF sont donc connus, ainsi que le côté AD = 30, 36, § 115: je connoitrai donc très-facilement le côté AF, que je trouverai de 40, 73.

Je connois par conséquent, dans le triangle rectangle AZF, les trois angles, qui ont déjà été déterminés, et le côté AF, et trouverai facilement le côté ZF = 38, 52, et celui AZ = 13, 24.

Je connois, par là, dans le triangle rectangle AZH, les trois angles et le côté AZ: je pourrai donc connoître de même très-facilement, soit le côté AH, que je trouve de 29, 60, soit celui HZ, que je trouve de 26, 47.

Cela posé, soit fait, sur le dodécaèdre, fig. 76, une coupe perpendiculaire à l'axe, et qui passe par l'extrémité des arêtes les plus courtes AF, AR et AB ; on en séparera une pyramide hexaèdre droite, fig. 80, ayant pour base le plan hexagone m f p r h s, pour hauteur la ligne a z égale à celle correspondante AZ, dans la fig. 79, et ayant aussi le même rapport entre ses arêtes a f et a h. L'angle f a h sera donc égal à celui FAH, dans la fig. 79, et, si l'on tire les diagonales du plan hexagone, ces diagonales, telles que celle f h, seront coupées par la hauteur de la pyramide, qui est une partie de l'axe du dodécaèdre, en parties f z et z h égales à celles FZ et ZH de la même fig. 79. Des points f et r soient tirées les perpendiculaires f i et r i sur l'arête a p, et des points p et h soient tirées les perpendiculaires p t et h t sur l'arête a r : l'angle f i r sera celui qui mesure l'incidence des faces, entre elles, sur les arêtes les plus obtuses, et celui p t h sera l'angle qui mesure l'incidence de ces mêmes faces, entre elles, sur les arêtes les moins obtuses.

Pour déterminer ces deux angles, soient tirées les lignes f r et p h, ainsi que les hauteurs i o et t n. Connoissant, dans le triangle rectangle z o f, tous les angles, celui z étant de 60° et ceux f et r de 30°, et connoissant aussi le côté f z = FZ de 38, 52, fig 79, je connoîtrai facilement le côté f o, que je trouverai de 33, 36. Connoissant, dans le triangle f z p, les deux côtés f z et z p, égaux, ainsi que nous l'avons vu, l'un à 38, 36, et l'autre à 26, 47, ainsi que l'angle qu'ils comprennent, je trouverai f p = 34, 13. Je connoîtrai donc, dans le triangle f a p, les trois côtés, puisque les deux autres a f et a p sont égaux à AF et AH, 79, et je trouverai l'angle f a p de 55°, 22'.

Je connoîtrai, en conséquence, dans le triangle rectangle a i f, en outre de l'angle droit, l'angle a et le côté a f, et cherchant par lui la valeur de la perpendiculaire f i, je la trouverai de 33, 51. Connoissant donc, dans le triangle rectangle f o i, en outre de l'angle droit, les côtés f o et f i, je connoîtrai l'angle f i o, que je trouverai de 84°, 30' : doublant cet angle, j'aurai 169° pour valeur de l'angle f i r,

qui est celui d'incidence des plans du dodécaèdre, entre eux, sur les arêtes les plus obtuses.

D'un autre côté, le triangle rectangle z n p, dont je connois tous les angles et le côté z p = 26, 47, me donnera 22, 93, pour valeur de p n. Celui aussi rectangle a t p, ayant de même tous ses angles connus et le côté a p = 29, 60, me donnera 24, 35, pour valeur de p t; et enfin le triangle rectangle p t n ayant, en outre de l'angle droit, les côtés p n et p r connus, me donnera, pour la valeur de l'angle p t n, 70, 34': doublant cette valeur, la somme 140°, 34' sera celle de l'angle p t h, qui est celui d'incidence des plans du dodécaèdre, entre eux, sur les arêtes les moins obtuses.

§ 151. Les calculs à faire pour déterminer, soit les dodécaèdres pyramidaux, soit les différents angles qui leur appartiennent, ou qui fixent l'incidence de quelques-uns de leurs bords ou plans sur ceux des modifications de comparaison, sont, ainsi qu'on vient de le voir, extrêmement simples, et le raisonnement sur lequel ils sont appuyés, très-facile à saisir: mais ces calculs pourroient embarrasser par leur multiplicité: le seul moyen à prendre pour éviter cet embarras, est de procéder avec ordre, ainsi que je viens de le faire, et, après avoir tracé les deux fig. 79 et 80, qui dirigent le calcul, et qu'il est nécessaire d'avoir habituellement sous les yeux, pour ne pas faire d'erreur, placer, sur les différents angles et côtés, les valeurs qui leur appartiennent, à mesure qu'on les trouve. En procédant de cette manière, le calcul qui ne présente aucune difficulté quelconque, fatigue infiniment moins l'attention, et abrège d'autant plus l'opération totale, que les angles ou côtés trouvés par chaque opération partielle, se retrouvant dans les opérations suivantes, évitent la peine de chercher leurs logarithmes dans les tables. Même, comme dans ces opérations, ces logarithmes ne sont pas parfaitement exacts, et ne sont, pour les angles, que ceux d'approximation à une minute près, et, pour les côtés, à un centième près, le calcul a plus de justesse, en se servant des logarithmes déjà établis.

§ 152. D'après ce qui a été déterminé, à l'égard du dodécaèdre qui vient d'être l'objet du calcul, ainsi que d'après les résultats du

calcul lui même, on voit, très distinctement, que ses arêtes les moins obtuses sont celles qui se sont formées sur le milieu des plans du rhomboïde primitif; tandis que celles les plus obtuses sont celles qui appartiennent aux arêtes même du rhomboïde, que nous avons vues être invariables dans ce mode de reculement le long des arêtes pyramidales et parallèlement à elles. Comme l'angle saillant du sommet de ce nouveau dodécaèdre est plus obtus que celui du rhomboïde primitif, le clivage doit nécessairement avoir lieu sur lui, aux angles saillants de sa base, et d'une manière inclinée sur ses arêtes les moins obtuses. Cette situation des plans du rhomboïde primitif, soit naturels, soit de clivage, par rapport aux arêtes les moins obtuses, doit nécessairement avoir lieu, toutes les fois que, dans les fig. 79 et 80, tracées pour le calcul, le côté AF opposé à la diagonale du rhomboïde primitif, est plus grand que celui AH opposé à son côté; parce que, dans ce cas, les arêtes les moins obtuses du dodécaèdre sont en effet placées sur le milieu des plans du rhomboïde; mais de 7 dodécaèdres obtus que j'ai reconnus être le résultat d'un reculement fait de même le long des arêtes du rhomboïde et parallèlement à elles, c'est le seul qui soit dans ce cas. Tous les autres ont leurs arêtes les plus obtuses, placées sur les plans du rhomboïde, et conséquemment le clivage a lieu d'une manière inclinée sur elles: dans ce cas, la ligne AF est plus courte que celle AH.

§ 153. Dans ces derniers dodécaèdres, le calcul qui détermine l'incidence des plans entre eux sur les arêtes, éprouve de légères variations dont je vais faire mention, en prenant pour exemple celui qui appartient à la 26me modification.

Dans ce dodécaèdre, l'angle d'incidence des arêtes les plus obtuses sur les plans du rhomboïde primitif, soit naturels, soit de clivage, pris avec l'instrument, est d'environ 164°. Après avoir consulté le tableau des reculements par diagonales, aux angles obtus du sommet qui occupe la partie gauche de celui, fig. 29, pl. 57, celui auquel la production de ces arêtes doit être rapportée, me paroit appartenir à celui par 7 diagonales en largeur sur 3 lames de hauteur. Pour le vérifier, et déterminer en même temps ce nouveau dodécaèdre, après avoir

construit, de même que dans l'exemple précédent, le triangle mensurateur, fig. 81, je détermine par lui 163°, 50′ pour mesure de cet angle d'incidence AFG, et 16°, 10′, pour celle de l'angle IFG ou FDE, donné par l'inclinaison de la même arête sur le plan du rhomboïde primitif. Construisant, en conséquence, la coupe verticale du rhomboïde primitif, fig. 82, du point A, sommet de cette coupe; je tire la droite AF, faisant avec la diagonale AD l'angle de 16°, 10′, et prolongée jusqu'à ce qu'elle rencontre le prolongement du côté CD, je tire ensuite, de la même manière, la ligne CH, et le plan HAGC est celui de la coupe verticale du nouveau dodécaèdre. J'élève ensuite, sur l'axe du rhomboïde primitif, une perpendiculaire qui passe par l'extrémité d'une des deux arêtes du nouveau rhomboïde, et comme, à raison de l'inclinaison de l'arête AG sur l'axe, l'extrémité de cette arête se trouve sur un niveau plus bas que celui de l'arête AH, qui est celle la moins obtuse, la perpendiculaire HF, au lieu de partir de l'extrémité de l'arête la plus obtuse, pour se terminer à un point pris sur celle la moins obtuse, suit une marche contraire. En suivant la même méthode que dans le calcul du dodécaèdre précédent, on trouvera l'angle HAG, qui représente l'angle saillant du sommet, pris sur deux arêtes opposées du dodécaèdre, de 124°, 36′; celui AGL, qui représente l'angle d'incidence des arêtes les plus obtuses sur les plans du prisme, de 118°, 50′; celui AHV, qui représente l'angle d'incidence des arêtes les moins obtuses sur les plans du prisme, de 116°, 34′, angle constamment le même dans tous les dodécaèdres obtus qui dérivent du même mode de reculement; et enfin celui XYD, qui appartient à l'angle d'incidence des plans de ce nouveau rhomboïde sur ceux de la 4me modification, sera, ainsi qu'il a déjà été dit, de 163°, 50′.

Dans le segment pyramidal fig. 80, qui peut servir pour le calcul de tous les dodécaèdres pyramidaux obtus, l'arête AF de la coupe, fig. 82, devient donc celle la plus courte, et celle AH la plus longue, ainsi que le représente la fig. 83. Si, des points f et r, p et h, on abaisse, sur les arêtes, les perpendiculaires f i, r i, p t, h t, l'angle f i r mesurera donc celui d'incidence des plans du dodécaèdre, entre eux,

sur les arêtes les moins obtuses, et celui p t h, cette même incidence sur celles les plus obtuses. En faisant, avec ces données, le même calcul qui a été fait, dans la détermination du dodécaèdre précédent, on trouvera 145°, 33′, pour la valeur de l'angle f i r, et 154°, 21′, pour celle de l'angle p t h.

On auroit pu, dans les calculs du dodécaèdre précédent, se servir, si on avoit voulu, de l'angle ACF, fig. 79, en place de celui ADF, pour déterminer la valeur de la ligne AF.

§ 154. Entre les deux derniers dodécaèdres pyramidaux obtus dont il vient d'être question, il en existe un autre très-rare, mais dont j'ai reconnu les plans sur les deux variétés représentées par les fig. 279 et 280, pl. 17 des cristaux. Dans ce dodécaèdre, l'angle d'incidence des plans entre eux est le même sur toutes les arêtes; ce qui place les angles saillants de sa base dans un même plan, et rend isocèles les plans triangulaires de chacune de ses pyramides hexaèdres; ainsi que le représente la fig. 84, pl. 62: ce dodécaèdre est celui de la 25me modification. L'angle d'incidence de ses arêtes sur les plans du rhomboïde primitif, est de 161°, 34′, et est le résultat d'un reculement par deux diagonales en largeur, sur une lame en hauteur, aux angles obtus du sommet. Le triangle mensurateur fig. 86, fait voir que, dans ce cas, l'inclinaison IFG de ces mêmes arêtes sur les plans du rhomboïde primitif, est de 18°, 26′. Si l'on construit la coupe verticale, fig. 85, et que, des points C et A, on tire les lignes AF et CH, qui fassent, avec les diagonales AD et BC, l'angle de 18°, 26′, celui CAF étant égal à 45°+18°, 26′, est de 63°, 26′: il est donc parfaitement égal à celui CAH; ainsi l'arête AF sera égale à celle AH, et la ligne HF, qui passe par l'extrémité de chacune de ces arêtes, sera perpendiculaire à l'axe. Donc les deux pyramides qui composent le dodécaèdre, ont les angles de leurs bases dans un même plan, et leurs arêtes égales: conséquemment leurs plans triangulaires sont isocèles. En achevant le calcul de ce dodécaèdre pyramidal obtus, on trouve que l'angle saillant de son sommet, pris sur deux arêtes opposées, est de 126°, 52′; que celui d'incidence de chacune de ses arêtes sur les plans du prisme, est de 116°, 34′; et enfin que celui

d'incidence des plans, entre eux, sur chacune des arêtes, est de 151°, 7′.

§ 155. Le calcul de détermination de ce dodécaèdre fera en outre remarquer quelques propriétés intéressantes qui lui appartiennent. On peut observer, par exemple, que la moitié HZ de son axe horisontal, est égale à son axe vertical AC, et, par conséquent, que son axe horisontal est double de celui vertical. On peut observer encore, que le triangle f z p, dans le segment pyramidal analogue à celui que représente la fig. 83, et qui seroit alors sa moitié exacte, est équilatéral. On peut observer enfin, que les bords de la base de ce même dodécaèdre sont égaux à son axe vertical.

§ 156. Mr. l'Abbé Haüy, dans son traité de minéralogie, vol. 1er, page 314, a fait quelques recherches, pour savoir si l'existence de ce dodécaèdre pyramidal obtus à plans triangulaires isocèles, étoit possible dans la chaux carbonatée, et il a trouvé qu'il pouvoit en effet exister, et qu'alors il seroit le résultat d'un reculement par deux rangées en largeur, le long des arêtes pyramidales du rhomboïde primitif; or ce reculement entraîne nécessairement, comme auxiliaire, celui dont je viens de parler. Il ajoute ensuite qu'il ne l'a point encore observé dans la nature : je n'ai pu encore l'y appercevoir non plus à l'état complet; mais je possède des cristaux des variétés, fig. 279 et 280, pl. 17, qui en renferment les plans : elles sont extrêmement rares, il est vrai; j'en ai cependant vu plusieurs groupes.

Si, n'en connoissant pas l'existence, on vouloit, d'après les seuls calculs que nous avons employés jusqu'ici, déterminer, ainsi que l'a fait Mr. l'Abbé Haüy, si cette existence est possible, cette recherche seroit très-courte et très-facile. Observant que, dans ce cas, l'axe AC, fig. 85, pl. 62, doit diviser en deux parties égales l'angle saillant du sommet, représenté par celui HAF, l'angle CAF devroit être égal à celui CAH, et être par conséquent de 63°, 26′ : il s'agiroit donc simplement de voir combien il manque à l'angle CAD, qui est de 45°, pour égaler 63°, 26′; et, après avoir trouvé 18°, 26′, cette mesure seroit celle de l'angle DAF. On chercheroit ensuite

s'il pourroit exister un reculement par diagonales aux angles obtus du sommet, qui donnât cette inclinaison aux arêtes sur les plans du rhomboïde, primitif, ou qui donnât l'angle de 161°, 34', supplément de 18°, 26', fig. 86, pour mesure à l'angle d'incidence des arêtes avec ces plans. On trouveroit alors, qu'en effet le reculement par deux diagonales en largeur, sur une lame de hauteur, à ces angles obtus, seroit dans ce cas. On peut de même, lorsque l'on a acquis l'habitude des calculs cristallographiques, et par différents moyens équivalents, recevoir, par eux, la réponse à un grand nombre de questions différentes.

§ 157. D'après ce qui a été dit, à l'égard du reculement auxiliaire par diagonales, à l'article du rhomboïde obtus produit par le remplacement des arêtes pyramidales de celui primitif par un seul plan, dont les bords ne leur sont pas parallèles, § 138 et 141, on sent que, si, dans les dodécaèdres obtus qui viennent d'être décrits, on n'eût porté son attention que sur le reculement direct qui a lieu le long des arêtes, on l'eût trouvé d'un pareil nombre de rangées de molécules en largeur, sur un nombre semblable aussi de lames en hauteur, qu'il a été dit avoir lieu par diagonales en largeur et lames en hauteur : et la raison en est absolument la même que celle qui a été donnée à cet article.

DODÉCAÈDRE OBTUS,

PRODUIT PAR LE REMPLACEMENT DES ARÊTES PYRAMIDALES DU RHOMBOÏDE PRIMITIF, CHACUNE D'ELLES PAR DEUX PLANS, DONT LES BORDS CESSENT D'ÊTRE PARALLÈLES À CES ARÊTES, ET SE RAPPROCHENT D'ELLES, VERS LE SOMMET DU RHOMBOÏDE.

§ 158. Prenant, pour exemple, celui de ces dodécaèdres qui constitue la 33me modification, la fig. 87, pl. 63, indique le passage du rhomboïde primitif à ce dodécaèdre, et la fig. 88, ce même dodécaèdre à l'état complet. Dans cette modification, l'axe du cristal cesse d'être le même que celui du rhomboïde qui lui sert de noyau, et le dodécaèdre cesse en même temps d'avoir trois de ses arêtes invariables, ainsi qu'elles l'étoient dans les dodécaèdres pyramidaux obtus précédents. C'est-à-dire, que celles de ses arêtes qui sont placées au dessus de celles du rhomboïde primitif, au lieu d'être dans une situation qui leur soit parallèle, en ont une inclinée sur elles. Il est donc nécessaire que le calcul qui détermine tout ce qui a rapport à ce dodécaèdre, commence par déterminer la direction de ces mêmes arêtes.

En jettant un coup d'œil sur la fig. 87, on voit très-facilement ; 1° que le reculement intermédiaire le long des arêtes, qui donne naissance aux nouveaux plans, exige un reculement auxiliaire par diagonales, soit aux angles obtus du sommet du rhomboïde, tel que celui A, soit à ceux de la base, tel que celui G ; 2° que le premier de ces deux reculements engendre les arêtes du dodécaèdre qui, ainsi que celle AR, sont placées au dessus des plans du rhomboïde primitif, et que le second engendre les arêtes qui, de même que celles AG, sont placées au dessus des arêtes du même rhomboïde.

La première chose à faire, pour déterminer ce dodécaèdre, ainsi que tout ce qui peut y avoir rapport, est donc de mesurer les angles d'incidence ARS et AGK, de ces arêtes sur les plans du rhomboïde primitif, ou sur ceux de clivage qui en tiennent la place. Cette mesure est souvent facile à prendre ; mais il arrive, fort souvent aussi, que la complication du cristal, par la combinaison des plans de plusieurs des autres modifications, rend cette mesure extrêmement difficile à pouvoir être obtenue, et même quelquefois impossible. Dans ce cas, comme il est bien rare que ces mêmes cristaux ne renferment pas les plans du prisme hexaèdre de la 2me modification, au nombre de ceux des modifications combinées, nous allons voir que les angles d'incidence des plans de ce prisme sur les arêtes du dodécaèdre, mettent dans le cas de déterminer très-facilement la mesure des angles que l'on cherche.

§ 159. Le dodécaèdre de la 33me modification, que j'ai pris pour exemple, en fournit, en même temps, un de la nécessité de faire usage de ce moyen. Je n'ai encore rencontré ses plans que dans les combinaisons très-compliquées que présentent les deux variétés, fig. 339 et 340, pl. 21 des cristaux : ces variétés viennent du Derbyshire, et renferment toutes les deux les plans du prisme de la 2me modification, au nombre de ceux dont elles sont composées.

Observant d'abord, que les arêtes les moins obtuses sont celles qui reposent sur les plans du rhomboïde placés du même côté, lorsque ces plans sont conservés, je mesure l'angle d'incidence de ces arêtes sur les plans du prisme, dans ceux de ces cristaux qui permettent de le faire, tels que ceux de la variété, fig. 339, pl. 21 : cet angle me paroît être d'environ 125° : je mesure ensuite l'angle d'incidence que forment les arêtes placées au dessus de celles du rhomboïde, sur les plans du prisme, et trouve environ 140°, pour sa valeur.*

* Je dois observer ici, que, dans les deux fig. 339 et 340, pl. 21, je n'ai représenté que les cristaux dans lesquels, par circonstance, les plans du dodécaèdre de cette 33me modification se rencontrent entre eux en un seul point, du côté où ses arêtes seroient opposées à celles du rhomboïde primitif ; parce que ces cristaux sont ceux les plus difficiles à recon-

Construisant ensuite la coupe verticale du rhomboïde primitif ABCD, fig. 90, des points B et D j'abaisse les parallèles BV et DL, à l'axe vertical AC, on sait que l'angle ABV représentera alors l'angle d'incidence des arêtes du rhomboïde primitif sur les plans du prisme, et celui ADL, celui d'incidence de ses plans sur ceux du même prisme. Comme le point de départ du reculement, est chacune des arêtes du rhomboïde primitif, et qu'en conséquence le point de l'extrémité de ces arêtes, qui repose sur la base, reste invariable, et doit, lorsque le dodécaèdre est terminé, former celui de l'extrémité de ses arêtes les plus obtuses, si, du point B, je tire la ligne BS, faisant, avec la direction BV du prisme, l'angle de 140°, que j'ai reconnu être celui d'incidence des arêtes les plus obtuses du dodécaèdre sur les plans du prisme, cette ligne BS sera la direction de ces arêtes, et le point S, où cette ligne rencontre le prolongement de l'axe, sera le sommet de la coupe du dodécaèdre. Si ensuite, du point D, je tire de même la ligne DO faisant avec celle DL l'angle de 125°, valeur de celui d'incidence des arêtes les moins obtuses de ce même dodécaèdre sur les plans du prisme, la ligne DO sera de même la direction des arêtes les moins obtuses; mais, comme ces arêtes doivent aboutir au point S, sommet du nouveau dodécaèdre, si du point S je tire la ligne SF parallèle à celle DO, et prolongée jusqu'à ce qu'elle rencontre, au point F, le prolongement du côté CD, et que de ce point F j'abaisse en outre la droite FM parallèle à celle DL, la ligne SF représentera l'arête la moins obtuse elle même du nouveau rhomboïde, et celle FM, la direction du plan du prisme. D'un autre côté, il est bien sensible que l'angle d'incidence

noître : il en résulte que les arêtes opposées à celles du rhomboïde primitif n'y sont nullement indiquées. Mais les mêmes groupes de ces cristaux, que j'ai été dans le cas d'observer, en renferment dans lesquels ces arêtes sont parfaitement indiquées, de même qu'ils en renferment d'autres aussi, dans lesquels les plans du dodécaèdre ne se touchent pas entre eux, à l'endroit où ces arêtes devroient se former : ce sont ceux de ces cristaux dans lesquels ces arêtes sont indiquées, qui m'ont servi pour la détermination de cette modification. Lorsqu'un groupe renferme un nombre un peu considérable de cristaux, il est bien rare qu'il n'y ait pas ainsi un choix très-essentiel à faire, dans ceux qui doivent servir de moyen de détermination.

de l'arête la plus obtuse SB, du dodécaèdre, sur le plan de retour du rhomboïde primitif BC, sera représenté par l'angle SBC, et que si, par un point quelconque X de la ligne SF, on mène la droite XG paralléle à la diagonale AD du rhomboïde primitif, l'angle d'incidence des arêtes les moins obtuses sur les plans du rhomboïde primitif, sera représenté par l'angle SXG. Cela posé, soit tirée, de l'extrémité C de l'axe vertical, la perpendiculaire VM à cet axe, prolongée de chaque côté, jusqu'à ce quelle rencontre la direction des plans du prisme BV et FM. L'angle BSC, dans le quadrilatère BVCS, étant supplément de celui SBV, qui à été fait de 140°, sera de 40°; celui SAB, étant supplément de celui BAC du rhomboïde primitif, que l'on sait être de 63°, 26′, § 115, sera de 116°, 34′; le troisième angle ABS, du triangle ASB, sera donc de 23°, 26′: conséquemment, l'angle SBC, qui est égal à la somme des angles ABC de 71°, 34′, et ABS de 23°, 26′, sera de 95°. En second lieu, l'angle SXG est égal à 180° moins l'angle GXF, et, à raison des parallèles ainsi que celles XG et OD, XF et AD, l'angle GXF est égal à celui ODA; mais l'angle ODA est égal à celui ADL de 135°, § 116, moins celui ODL, qui a été fait de 125°, et est par conséquent de 10°: donc l'angle SXG est de 180°—10°, et est par conséquent de 170°: ainsi l'angle d'incidence des arêtes les plus obtuses du nouveau dodécaèdre, sur les plans du rhomboïde primitif, est de 95°, et celui d'incidence des arêtes les moins obtuses du même dodécaèdre, sur les plans de ce rhomboïde, est de 170°.

§ 160. Comme l'exactitude de la détermination du dodécaèdre, et de tout ce qui y a trait, dépend de celle des mesures premières qui ont été prises, telles que, par exemple, dans ce dernier cas celles fournies par l'incidence de ses arêtes sur les plans du prisme, il est très-avantageux, avant de passer à cette détermination exacte, de s'assurer, autant qu'on le peut, de l'exactitude de ces mesures, en les comparant avec celles de quelques-uns des autres angles faciles à déterminer, et nécessités par elles: tel pourroit être ici, par exemple, l'angle saillant du sommet du dodécaèdre, qui seroit représenté par l'angle BSF, fig. 90, qui, étant composé de deux angles BSC et

FSC, le premier, que nous avons vu être de 40°, et le second qui, étant supplément de l'angle SFM de 125° dans le quadrilatère SCMF est de 55°, devroit donc être alors de 95°. Tel seroit encore ici, l'angle d'incidence des arêtes les plus obtuses sur les plans du rhomboïde de la 4me modification; et pour connoître cet angle, d'un point quelconque Z de l'arête SB, soit ménée la ligne ZP parallèlement à celle AB, qui représente l'arête du rhomboïde primitif, et, par conséquent, le plan du rhomboïde de la 14me modification: l'angle PZB sera celui d'incidence des arêtes les plus obtuses du nouveau dodécaèdre, sur le plan de ce rhomboïde: or cet angle est de 180°—l'angle SZP, qui, à raison des parallèles PZ et AB, est égal à celui SBA, que nous avons déjà vu être de 23°, 26': l'angle PZB devroit donc être, dans ce cas, égal à 180°—23°, 26', ou à 156°, 34'. Si la valeur de ces deux angles, ou même simplement celle de l'un deux, est parfaitement d'accord avec la mesure prise sur la nature, on peut être certain qu'on n'a commis aucune erreur capitale, dans les premières mesures qu'on a prises, ou du moins aucune erreur qui ne soit dans le cas d'être rectifiée par le calcul de la détermination exacte du dodécaèdre, cette erreur ne provenant que de l'imperfection de l'instrument qui a servi à prendre ces mesures.

§ 161. Pour procéder à ce calcul de détermination exacte, après avoir tracé la coupe verticale du rhomboïde primitif ABCD, fig. 89, l'angle d'incidence que les arêtes les plus obtuses du dodécaèdre, qui sont celles placées sur les arêtes du rhomboïde primitif, forment avec les plans de retour de ce rhomboïde, m'ayant donné une valeur d'environ 95°, prise avec l'instrument, je cherche à quel reculement, par diagonale aux angles obtus de la base, il doit appartenir, le tableau m'indique celui par 6 diagonales en largeur sur 19 lames de hauteur. Construisant, en conséquence, le triangle mensurateur, fig. 91, dans lequel l'angle E est de 71°, 34', et les côtés DE et EF, dans le rapport de 6 diagonales à 19 côtés, la résolution de ce triangle me donnera l'angle DFE=23°, 26', et par conséquent celui DFG, qui est l'angle d'incidence des arêtes placées

sur celles du rhomboïde primitif, avec les plans du même rhomboïde, sera de 71°, 34′ + 23°, 26 = 95°, exactement la même que m'avoit donnée l'instrument. Comme cette arête, § 159, doit passer par les angles saillants de la base du rhomboïde, du point B, qui représente cet angle saillant, je tire la ligne BS, de manière à faire avec la ligne BC, qui représente le plan de retour du rhomboïde primitif, l'angle de 95°, et je la prolonge jusqu'à ce qu'elle rencontre le prolongement de l'axe vertical, au point S; du point D, autre angle saillant de la base, je tire ensuite, et de la même manière, la droite DO.

L'angle d'incidence des arêtes les moins obtuses du dodécaèdre, qui sont celles placées au-dessus des plans du rhomboïde primitif, sur les plans de ce même rhomboïde, m'ayant donné, pris avec l'instrument, environ 170° pour sa valeur, je cherche de même à quel reculement, par diagonales aux angles obtus du sommet, il doit appartenir. Le tableau m'indique celui par 4 diagonales en largeur, sur une lame de hauteur: après avoir construit, en conséquence, le triangle mensurateur, fig. 92, dans lequel l'angle DEF est de 108°, 26′, et les côtés DE et EF, dans le rapport de quatre diagonales à un côté, la résolution de ce triangle me donne l'angle DFE = 25°, 47: conséquemment l'angle DFG, qui est celui d'incidence des arêtes placées sur les faces du rhomboïde primitif avec ces mêmes faces, est de 170°, exactement encore le même que m'avoit donné précédemment la mesure prise, sur le cristal, avec l'instrument. L'angle d'inclinaison FDE de cette arête sur les faces du rhomboïde étant donc de 10°, du point A, sommet du rhomboïde, je tire la droite Af, qui fait avec la petite diagonale AD l'angle de 10°, et du point S, où la première arête a rencontré la diagonale verticale, je tire la droite SF, que je prolonge jusqu'à ce qu'elle rencontre, au point F, le prolongement de la ligne DO: ayant tiré de la même manière la ligne OI, le plan ISFO sera celui de la coupe verticale exacte du nouveau dodécaèdre. La mesure des angles SFL et SIV, le premier de 140°, et le second de 125°, formés par l'incidence des différentes arêtes sur les plans du prisme, ainsi que celle de 163°, 41′ de l'angle ABI formé par

l'incidence des arêtes les plus obtuses sur les plans du rhomboïde de la 4me modification, et celle de l'angle saillant, ISF, du sommet de ce dodécaèdre, prise sur deux de ses arêtes opposées, mesure qui est de 95°, ayant déjà été déterminées, par suite de l'exactitude des premières mesures prises sur le cristal, § 159, il ne reste plus à déterminer que les deux différents angles d'incidence des faces de ce dodécaèdre pyramidal, entre elles, sur ses arêtes. Comme cette détermination ne peut être que le résultat de nombre d'opérations particulières, pour la rendre plus facile et en même temps l'abréger, en y faisant entrer plus activement les parties connues du rhomboïde primitif, des deux sommets A et C, de la coupe verticale de ce rhomboïde, soient tirées, jusqu'à leur rencontre entre elles, les lignes A i, A f, C i, C f parallèles aux arêtes déjà tracées du dodécaèdre SI, SF, OI, OF. Le plan i A f C sera parfaitement semblable à celui de la coupe verticale ISFO, du dodécaèdre à déterminer, et dans une situation parfaitement semblable aussi, par rapport aux différentes parties du rhomboïde primitif; il pourra conséquemment le remplacer, dans la détermination des angles que nous cherchons.

Du point f, soit abaissée la perpendiculaire f h à l'axe du rhomboïde, prolongée jusqu'à ce qu'elle rencontre le prolongement de l'arête AB, cette ligne sera parallèle à celle FH, abaissée de même par le point F de la coupe verticale. A cause des parallèles A i et SB, l'angle BAi est égal à celui SBA, et, d'après la résolution du triangle mensurateur, fig. 91, cet angle est de 23°, 26′: donc l'angle iAC, qui est égal à celui BAC de 63°, 26′, § 115, moins celui BAi, est de 40°. L'angle ACM est égal à celui ACB de 45° plus l'angle BCM, qui, d'après le triangle mensurateur, fig. 92, est de 10°; il est par conséquent de 55°: ainsi, je connois, dans le triangle iAC, les trois angles et le côté AC, axe vertical du rhomboïde primitif; je pourrai donc facilement déterminer la valeur du côté i C, ou de son égal Af, que je trouverai de 20, 77. Connoissant, dans le triangle rectangle A z f, le côté AF, l'angle droit et celui zAf de 55°, je déterminerai par lui les côtés Az et zf, que je trouverai, le premier de 11, 92, et le second de 17, 02. Connoissant de même, dans le triangle rectangle

Azh, les trois angles et le côté Az, je pourrai déterminer les côtés A h et h z, que je trouverai, le premier de 15, 56, et le second de 10.

Si on imagine maintenant une coupe perpendiculaire à l'axe ver-cal, et passant par les extrémités F, R, &c. &c, fig. 88, des arêtes pyramidales les moins obtuses, on détachera une pyramide hexaèdre analogue à celle représentée sous la fig. 80, et qui peut servir à finir le calcul de détermination des angles d'incidence des arêtes entre elles, de la même manière qu'elle a été employée à cet usage, dans la détermination des dodécaèdres pyramidaux obtus précédents, en supposant que ses angles sont ceux du dodécaèdre pyramidal obtus dont nous nous occupons. Ce calcul étant terminé, on trouvera que les faces de ce nouveau dodécaèdre pyramidal légérement obtus, se rencontrent entre elles, sur les arêtes les moins obtuses, telles que Af ou SF, placées au-dessus des faces du rhomboïde, sous un angle de 102°, 56′, et qu'elles se rencontrent sous un angle de 170°, 58′, sur celles les plus obtuses, telles que Ai ou SI, placées au-dessus des arêtes du même rhomboïde.

§ 162. On sent que pour que le dodécaèdre pyramidal obtus, produit par ce dernier mode de reculement, au lieu d'avoir les angles saillants de sa base dans deux plans différents, ce qui lui donne des triangles scalènes pour plans ait ces mêmes angles saillants dans un seul et même plan, de manière à ce que ses faces deviennent des triangles isocèles, il seroit nécessaire que les arêtes pyramidales fussent toutes égales entre elles, et que les deux parties de l'angle saillant du sommet, qui sont de chaque côté de l'axe vertical, fussent de même aussi égales entre elles.

Parmi les dodécaèdres pyramidaux obtus que renferme la chaux carbonatée, il en est un second, celui de la 31me modification, qui offre un nouvel exemple de l'existence d'un dodécaèdre droit, à triangles isocèles, au nombre des diverses modifications de cette substance.

Ce dodécaèdre est le résultat d'un reculement par 8 diagonales en largeur, sur une seule lame de hauteur, aux angles obtus du sommet

du rhomboïde primitif, et par deux diagonales en largeur, sur 11 lames de hauteur, aux angles obtus de la base. S'il étoit complet, il se présenteroit ainsi que le fait celui, fig. 93 : je ne l'ai pas encore rencontré, sous cet état de perfection ; mais je l'ai vu, et même j'en possède des cristaux, qui viennent du Cumberland, dans lesquels ses pyramides, qui sont parfaitement régulières, terminent le cristal qui les renferment : telles sont les variétés représentées sous les fig. 328, 329, 330, et 331, pl. 20 des cristaux.

Nous allons voir qu'en effet le dodécaèdre résultant du reculement que je viens de dire appartenir à la 31me modification, doit avoir ses faces triangulaires isocèles, et conséquemment, les angles saillants de sa base dans un seul et même plan.

Construisant, d'après le reculement aux angles obtus du sommet, par 8 diagonales en largeur, sur une lame de hauteur, le triangle mensurateur, fig. 94, il me fera voir que l'angle d'incidence DFG, des arêtes placées au-dessus de celles du rhomboïde primitif, sur le plan du rhomboïde, doit dans ce cas être de 174°, 49'.

Construisant en outre, d'après le reculement aux angles obtus de la base par deux diagonales en largeur, sur 11 lames de hauteur, le triangle mensurateur, fig. 95, il me fera voir aussi que l'angle d'incidence DFG, des arêtes placées au-dessus des plans du rhomboïde primitif, sur le plan de retour de ce même rhomboïde, doit être de 84°, 49'.

Etablissant donc la coupe verticale du rhomboïde primitif ABCD, fig. 96, soit tirée du point B la droite BS, faisant avec celle BC, direction du plan de retour du rhomboïde primitif, l'angle de 84°, 49', ou faisant avec l'arête AB, l'angle de 13°, 15', valeur de celui DFE du triangle mensurateur fig. 95, qui indique celui de l'inclinaison de l'arête du dodécaèdre sur celle du rhomboïde primitif ; cette ligne BS représentera l'arête du dodécaèdre : dans ce cas, comme l'angle BAS, supplément de celui BAC de 63°, 26', § 115, est de 116°, 34', et celui SBA de 13°, 15', l'angle BSC, supplément de leur somme sera de 50°, 11'. Cette valeur est de même celle de l'angle DOA produit par la ligne OD tirée de la même manière du point D.

Soit ensuite tirée, du point A, la ligne Af, faisant avec celle AD l'angle de 5°, 11′, valeur de celui FDE du triangle mensurateur, fig. 94, et angle d'inclinaison de l'arête placée au dessus du plan du rhomboïde primitif, sur ce même plan : et, comme cette arête doit aboutir au point S, sommet du nouveau dodécaèdre, soit tirée du point S la ligne SF parallèle à celle Af, et prolongée jusqu'à ce qu'elle rencontre le prolongement de celle OD; cette ligne représentera l'arête du dodécaèdre située au dessus des plans du rhomboïde. Mais, à raison des parallèles SF et Af, l'angle FSO est égal à celui fAC; mais l'angle fAC est égal à 45° + 5°, 11′, valeur des deux angles CAD et DAf, donc la valeur de l'angle FSO est de 50°, 11′, valeur parfaitement égale à celle que nous avons précédemment trouvée pour l'angle BSO, placé de l'autre côté de l'axe vertical. Cette valeur seroit aussi la même pour les deux angles HOS et FOS, produits au sommet opposé du rhomboïde. Le triangle HSF est donc isocèle, et la ligne SZ, qui est sa hauteur et, en même temps, celle de la pyramide AHRGF, fig. 93, est perpendiculaire sur l'axe horisontal HF, et, par conséquent, elle est perpendiculaire aussi sur le plan de la base: les arêtes opposées AH et AF sont aussi parfaitement égales: donc le dodécaèdre a les angles saillants de sa base dans un seul et même plan, et ses faces sont des triangles isocèles égaux et semblables.

La détermination de tout ce qui est propre à ce nouveau dodécaèdre sera extrêmement facile à faire, d'après la méthode qui a été employée dans l'exemple précédent, et nous fera voir; 1° que l'angle d'incidence de ses arêtes sur les plans du prisme, est de 129°, 49′; 2° que l'angle d'incidence des arêtes les plus obtuses sur les plans du rhomboïde de la 4me modification, est de 166°, 46′; 3° enfin, que l'angle d'incidence des plans entre eux, pris sur les arêtes, est de 139°, 31′.

DODÉCAÈDRES PYRAMIDAUX AIGUS,

PRODUITS PAR LE REMPLACEMENT DES BORDS DE LA BASE DU RHOMBOÏDE PRIMITIF, CHACUN D'EUX PAR DEUX PLANS DONT LES BORDS LEUR SONT PARALLÈLES.

§ 163. Parmi les 8 dodécaèdres pyramidaux aigus différents qui sont dus à un remplacement analogue à celui dont nous allons nous occuper, et dont le premier, très-peu aigu, a 88°, *55′* pour mesure de l'angle saillant de son sommet, pris sur deux de ses arêtes opposées, et dont le dernier, très-aigu, a 16°, *53′* pour mesure de ce même angle, je choisirai, pour exemple du calcul à faire pour déterminer tout ce qui peut concerner chacun d'eux, celui qui appartient à la 37me modification. Ce dodécaèdre est très-rapproché de celui qui appartient à la 36me, dont les cristaux sont extrêmement communs : ceux qui appartiennent à cette 37me modification ne sont pas très-rares ; mais, suivant les apparences, ils ont été habituellement pris pour appartenir à la 36me. Parmi les cristaux de chaux carbonatée de la fosse de Fond-poulain, dans les Alpes Dauphinoises de L'oisan, ce dodécaèdre s'est montré, soit complet, soit combiné avec les plans du rhomboïde primitif, et souvent même en cristaux très-grands.

Mais, avant de passer au calcul de tout ce qui peut concerner cette modification, je crois devoir observer que, quoique, dans sa formation, ainsi que dans celle de tous les dodécaèdres dans lesquels cette formation est analogue, le reculement le plus direct des lames cristallines soit fait le long des bords de la base, ainsi que je l'ai déjà observé pour les reculements le long des arêtes pyramidales qui donnent les dodécaèdres obtus, et par suite de la même raison, ce reculement en nécessite un auxiliaire, aux angles obtus de la base du rhomboïde primitif. Ce dernier reculement pouvant être employé d'une manière beaucoup plus avantageuse dans le calcul, sera celui que je

vais employer ici. J'observerai en outre que, de même que dans les reculements le long des arêtes pyramidales et parallèlement à elles, et par la même raison aussi, ce reculement est tel, qu'il a lieu par un nombre de diagonales en largeur et de lames en hauteur, absolument égal à celui des rangées en largeur et des lames en hauteur du reculement le long des bords.

§ 164. Prenant donc, ainsi que je viens de le dire, pour exemple le dodécaèdre pyramidal aigu, qui appartient à la 37me modification, la fig. 97, pl. 64, représente le passage du rhomboïde primitif à ce dodécaèdre, et la fig. 98 représente ce même dodécaèdre complet. Comme c'est le reculement par diagonales aux angles obtus de la base, qui va nous servir pour les calculs de détermination, l'angle d'incidence MKA, fig. 97, des arêtes sur les plans du rhomboïde primitif, ou sur ceux de clivage, qui en tiennent la place, tels que celui ITQX, fig. 98, doit d'abord être mesuré. Ayant trouvé sa valeur entre 153° et 154°, et à peu près aussi voisin de l'un que de l'autre, le tableau des reculements par diagonales aux angles obtus, m'indique pour celui dont il s'agit ici, celui par 7 diagonales en largeur sur 4 lames de hauteur. Je construis, en conséquence, le triangle mensurateur, fig. 99, dans lequel l'angle DEF est de 71°, 34′, et les côtés DE et EF, dans le rapport de 7 diagonales, à 4 bords ou arêtes du rhomboïde primitif : sa résolution détermine l'angle d'incidence DFG des arêtes, sur les plans du rhomboïde primitif, à 153°, 26′, et celui d'inclinaison YFG, ou FDE qui lui est égal, sur les mêmes plans, à 26°, 34′.

Cela posé, après avoir établi la coupe verticale ABGD, fig. 100, du rhomboïde primitif, du point D, qui représente l'extrémité de la diagonale des plans du rhomboïde, et est en même temps le sommet de l'angle obtus de sa base, je mène la droite DS, faisant avec celle AD, l'angle de 26°, 34′, égal à celui FDE, fig. 99, et rencontrant le prolongement de l'axe vertical au point S : cette ligne représentera l'arête du nouveau dodécaèdre placée au-dessus des plans du rhomboïde laquelle, dans ce mode de reculement, est toujours celle la plus obtuse. Comme par la nature du reculement, l'autre arête

doit de même aboutir à l'angle saillant de la base, soit tirée, par les points B, et S la droite SB ; cette ligne représentera l'arête du dodécaèdre placée au dessus de celle du rhomboïde primitif, qui, dans ce mode de reculement, est toujours la moins obtuse : l'angle BSD sera donc l'angle saillant du sommet du nouveau dodécaèdre aigu, pris sur deux de ses arêtes opposées. Pour avoir la valeur de cet angle, du point B, extrémité de l'arête la moins obtuse, soit tirée la perpendiculaire BF, à l'axe vertical: comme l'angle ADS a été fait de 26°, 34′, et que celui SAD, dans le même triangle, est de 135° étant supplément de celui CAD qui est de 45, § 115, l'angle ASD est de 18°, 26′. Connoissant en outre, dans le même triangle, le côté AD, § 115, je cherche, par son moyen, la valeur du côté SA, que je trouverai de 42, 94, connoissant, dans le triangle SAB, les deux côtés SA et AB, et l'angle SAB qu'ils comprennent et qui, étant supplément de celui BAC de 63°, 26′, § 115, est de 116°, 34′, je déterminerai facilement l'angle BSA, ainsi que le côté SB ; je trouve le premier de 21°, 48′, et le second de 57, 80 : l'angle saillant du sommet du dodécaèdre aigu, qui est composé des deux angles BSA et DSA, sera donc de 18°, 26′+21°, 48′, ou de 40°, 14′.

Le triangle rectangle BZS, dans lequel tous les angles et le côté BS sont connus, me donne SZ=53, 67, et BZ=21, 47 : je connois donc, dans le triangle FZS, qui est aussi rectangle, tous les angles et le côté SZ, et je chercherai par lui la valeur des côtés SF et FZ, que je trouverai, le premier de 56, 57, et le second de 17, 89.

Pour connoître l'angle d'incidence des arêtes, sur les plans du prisme, du point D soit tirée la seconde perpendiculaire DX, à l'axe vertical, et des points D et B soient abaissées les parallèles DL et BV à ce même axe. L'angle SDY étant égal à celui SFZ, qui est de 71°, 34′, celui SDL sera de 71°, 34′+90° ou de 161°, 34′ et l'angle SBZ étant de 68°, 12′, celui SBV sera de 68°, 12′+90°, ou de 158°, 12′ : donc l'angle d'incidence des arêtes les plus obtuses sur les plans du prisme, est de 161°, 34′ ; et celui des arêtes les moins obtuses sur les mêmes plans, est de 158°, 12′.

Pour connoître l'angle d'incidence des arêtes les moins obtuses sur les plans du rhomboïde de la 4me modification, d'un point quelconque P de l'arête la moins obtuse SB, soit tirée la ligne PT parallèle à l'arête AB du rhomboïde primitif, qui est en même temps aussi la direction des plans du rhomboïde de la 4me modification. L'angle d'incidence de l'arête sur ce plan, sera représenté par l'angle TPB, qui est égal à 180°, moins l'angle SPT, qui lui-même est égal à celui SBA de 41°, 38′; cet angle TPB est, par conséquent, de 138°, 22′.

Pour déterminer enfin l'angle d'incidence des plans entre eux sur les arêtes, tant celles les plus obtuses, que celles qui le sont le moins, soit imaginée, sur le dodécaèdre, fig. 98, une coupe qui seroit perpendiculaire à l'axe vertical, et qui passeroit par l'extrémité des arêtes les moins obtuses de l'une des pyramides, ainsi que seroit celle qui passeroit par les lignes BH, HG GF, &c. Cette coupe sépareroit du cristal, la pyramide hexaèdre aigue S b p r f u h, fig. 101, ayant pour base l'hexagone b p r f u h: soit abaissée la hauteur S z de cette pyramide; et soient tirées les diagonales b f, p u, et h r du plan hexagone qui lui sert de base: des points b et r, extrémités des arêtes les moins obtuses, soient abaissées les perpendiculaires b t et r t, sur une des arêtes les plus obtuses s p; et des extrémités p et f de deux des arêtes les plus obtuses S p et S f, soient abaissées les perpendiculaires p i et f i sur une des arêtes les moins obtuses S r: soient enfin tirées les lignes b r et p f ainsi que les perpendiculaires t n et i o qui, tombant sur les lignes b r et p f, les rencontreront aux points n et o où ces mêmes lignes sont coupées par les diagonales du plan hexagone. L'angle d'incidence des plans entre eux, sur les arêtes les plus obtuses, sera représenté par l'angle b t r; et celui de ces mêmes plans sur les arêtes les moins obtuses, par l'angle p i f. Les diagonales du plan hexagone, base de la pyramide, se coupent, entre elles, au centre du polygone, en parties absolument égales à celles qui portent les mêmes lettres, dans la fig. 100.

Les deux côtés b z et p z, fig. 101, le premier de 21, 46, et le second de 17, 89, du triangle b z p, étant connus par ce qui a précédé,

ainsi que l'angle qu'ils comprennent entre eux, qui est de 60°, je connoîtrai facilement le côté b p, que je trouverai être de 19, 92 : connoissant donc les trois côtés des plans triangulaires de la pyramide, je déterminerai l'angle du sommet de l'un d'eux, tel que celui b S p : cet angle est de 20°, 2′. Déterminant ensuite la perpendiculaire b t, par le triangle rectangle b t S, dans lequel, en outre de l'angle droit, je connois l'angle S, et le côté b S égal à 57, 80, je trouverai cette perpendiculaire de 18, 59 : et enfin connoissant, dans le triangle rectangle b t n, moitié de celui isocèle b t r, l'angle droit n, et les deux côtés b t et b n, je déterminerai la valeur de l'angle b t n, que je trouverai de 69°, 51′: doublant cette valeur, j'aurai 139°, 42′, pour mesure de l'angle d'incidence des plans, entre eux, sur les arêtes les plus obtuses.

Pour avoir celui p i f de leur incidence sur les arêtes les moins obtuses, je chercherai de la même manière, par le triangle rectangle p i S, la valeur de p i, et par celui p z o, celle de p o, que je trouverai, le premier de 19, 38, et le second de 15, 49. Je pourrai donc déterminer la valeur le l'angle p i o, moitié de celui isocèle p i f, et trouverai cet angle de 53°, 4′, qui, étant doublé donne, celui de 106°, 8′: l'angle d'incidence des plans, entre eux, sur les arêtes les moins obtuses, est donc de 106°, 8′.

DODÉCAÈDRES PYRAMIDAUX AIGUS,

PRODUITS PAR LE REMPLACEMENT DES ANGLES AIGUS DE LA BASE DU RHOMBOÏDE PRIMITIF, CHACUN D'EUX PAR DEUX PLANS DONT LES BORDS NE SONT PAS PARALLÈLES AUX PETITES DIAGONALES DES PLANS DU RHOMBOÏDE, ET DONT L'INCLINAISON, SUR L'AXE, EST PLUS OU MOINS CONSIDÉRABLE.

§ 165. Le reculement des lames cristallines, qui donne naissance à ces dodécaèdres, est un reculement intermédiaire aux angles de la base du rhomboïde primitif; ainsi qu'on peut facilement l'observer, sur la fig. 102, pl. 64, où j'ai représenté par les lignes ponctuées XZ, XN, QP, &c. un passage peu avancé du rhomboïde primitif à un de ces dodécaèdres, et par celles ID, IT, RS, qui leur sont parallèles, un passage plus avancé, et dans lequel les plans qui tendent à donner naissance au dodécaèdre, se réunissent entre eux, pour former les arêtes les moins obtuses, telles que KG, en ne faisant pas disparoître tout-à-fait les plans du rhomboïde, dont il reste encore une partie telle que ARKI. La droite IL, indique donc alors la direction de l'arête la plus obtuse, formée par la réunion des mêmes plans au-dessus des arêtes du rhomboïde primitif. On voit, par cette figure, qu'un reculement intermédiaire aux deux angles aigus de la base du rhomboïde primitif, tels que ceux AEF et AEG, en nécessite deux auxiliaires, qui se font par diagonales ou doubles rangées de molécules: l'un, fait aux angles obtus de la base, tels que celui BGE, donne naissance aux arêtes pyramidales les moins obtuses et l'autre, fait aux angles obtus des plans de retour, tels que GEF, donne naissance aux arêtes pyramidales les plus obtuses:

la direction des premières étant représentée par KG, et celle des secondes, par IL.

§ 166. On peut observer, par cette même fig. 102, que par ce mode de reculement intermédiaire, celui auxiliaire qui se fait aux angles obtus, tels que celui GEF, du plan de retour du rhomboïde primitif, commence à l'instant même ou le reculement intermédiaire a lieu ; tandis que celui qui se fait aux autres angles obtus, tels que celui BGE, ne commence qu'après que le premier a eu un certain temps de durée. Ce fait nous indique que, tandis que les arêtes les plus obtuses du dodécaèdre (celles qui sont placées au-dessus des arêtes du rhomboïde primitif) passent nécessairement par les angles saillants de la base de ce rhomboïde, celles les moins obtuses, qui sont placées au-dessus des plans du même rhomboïde, se terminent à un point situé au-dessus de ces mêmes plans, où elles sont rencontrées par les précédentes. C'est ce qui est parfaitement démontré par la fig. 106, qui représente la coupe verticale du dodécaèdre, ainsi que celle du rhomboïde primitif qui lui sert de noyau.

Cette disposition cessant de nous donner deux points fixés, pour le départ des arêtes, ainsi que cela existoit dans l'exemple précédent, nous force, tant pour l'intelligence, que pour la clarté du calcul, d'employer les deux reculements. Ils ont d'ailleurs la grande utilité de se servir l'un l'autre de points de comparaison, pour assurer la justesse des premières mesures.

§ 167. Il est, d'après cela, nécessaire de commencer par mesurer l'angle d'incidence que forment les arêtes pyramidales sur les plans du rhomboïde primitif. Parmi le très-grand nombre de dodécaèdres pyramidaux aigus, dûs à ce mode de reculement des lames cristallines, que présente la chaux carbonatée, et dont à peine un ou deux ont été cités, je choisis, pour exemple, celui qui appartient à la 47me modification, fig. 103, pl. 64. Ce dodécaèdre, dont les plans sont assez communs, parmi les variétés nombreuses de cristaux de chaux carbonatée, soit du Derbyshire, soit du Cumberland, mais plus particulièrement cependant, parmi ceux de ce dernier endroit, appartient, en même temps, à une des modifications qui, par la

combinaison de ses plans avec ceux de plusieurs des autres modifications, présente les variétés les plus agréables, pour la forme.

Comme, parmi les cristaux qui renferment les plans de ce dodécaèdre, il en est plusieurs dans lesquels il se montre approchant plus ou moins de l'état complet, il est facile de se procurer sur eux, par le clivage, les plans du rhomboïde primitif, auxquels on doit en même temps, donner le plus d'étendue qu'il est possible, ainsi que l'indique la fig. 103, dans laquelle j'ai représenté deux de ces cassures par clivage, l'une beaucoup plus forte que l'autre. On peut, par là, se fournir le moyen de mesurer, avec le plus d'exactitude possible, l'angle GKA, fig. 102 et 103, formé par l'incidence des arêtes les moins obtuses sur les plans du rhomboïde primitif, ainsi que celui formé par l'incidence des arêtes les plus obtuses, telles que IL, sur les plans de retour du même rhomboïde, tels que sur celui indiqué par les lettres LC, dans la fig. 103. Prenant ces mesures, je trouve la première d'environ 162°, et la seconde d'environ 117°.

Cependant ces deux angles ne sont faciles à prendre, que lorsque le dodécaèdre est complet, ou approche de cet état, et il seroit très-possible qu'on ne pût en avoir aucun de ce genre à sa disposition. Dans ce cas, ainsi que j'en ai déjà donné un exemple, dans les dodécaèdres obtus, les plans du prisme, qui se rencontrent assez habituellement au nombre de ceux combinés, et offrent beaucoup de facilité à être reconnus et employés, peuvent servir à leur détermination : on peut de même y faire servir aussi ceux du rhomboïde lenticulaire de la 4me modification. Je vais, ainsi que je l'ai fait à l'égard des dodécaèdres pyramidaux obtus, donner un exemple de la détermination de ceux aigus, par ce moyen dont la nécessité peut souvent se présenter.

Dans ce cas, après avoir établi la coupe verticale du rhomboïde primitif ABCD, fig. 108, pl. 65, soit mesuré l'angle d'incidence des plans du prisme sur les arêtes les moins obtuses du dodécaèdre, cet angle se montre être d'environ 153° : après avoir, du point D, tiré la droite DL parallèle à l'axe vertical du rhomboïde primitif, qui

représentera la direction du plan du prisme, du même point D, soit menée la droite DI, faisant avec la première l'angle LDI d'environ 153° : cette ligne représentera la direction des arêtes du dodécaèdre placées au-dessus des plans du rhomboïde primitif, et par conséquent celles les moins obtuses.

Prenant ensuite la mesure de l'angle d'incidence des plans du prisme avec les arêtes les plus obtuses du dodécaèdre, et trouvant cet angle d'environ 162°, du point B, extrémité des arêtes du rhomboïde, soit menée la droite BV parallèle à l'axe vertical : elle représentera les plans du prisme. Du même point B, soit ensuite tirée la ligne BS faisant avec la première l'angle SBV d'environ 162°, cette ligne représentera la direction des arêtes du dodécaèdre placées au-dessus de celles du rhomboïde primitif, et par conséquent celles les plus obtuses.

Cela posé, par un point quelconque R de la ligne DI, soit menée la droite YRX, parallèlement à la petite diagonale AD du rhomboïde, et, du point D, soit abaissée la perpendiculaire DO sur son axe. L'angle d'incidence des arêtes placées au-dessus des plans du rhomboïde primitif, ou des arêtes les moins obtuses, sur les plans de ce même rhomboïde, sera représenté par l'angle XRD ; mais cet angle est égal à 180°, moins la valeur de l'angle XRI, qui est égal, à raison des parallèles, à celui ADI, l'angle ADI égal celui IDL de 153°, moins l'angle ADL, et l'angle ADL égale celui ODL ou 90° plus celui ADO qui, le triangle ADO étant rectangle et isocèle, § 115, est de 45°, cet angle ADL est par conséquent de 135° : donc l'angle ADI égale 153°—135° ou 18°. L'angle d'incidence des arêtes les moins obtuses sur les plans du rhomboïde primitif, est donc d'environ 180°—18°, ou de 162°.

Soit ensuite du point B, extrémité de l'arête du rhomboïde primitif abaissée, sur l'axe vertical, la perpendiculaire BN : l'incidence des arêtes du dodécaèdre placées au-dessus de celles du rhomboïde primitif, ou des arêtes les plus obtuses, sur le plan de retour de ce même rhomboïde, sera représentée par l'angle SBC ; mais cet angle est égal à celui SBV de 162° moins l'angle CBV, l'angle CBV égale celui

NBV de 90°, moins l'angle NBC qui, le triangle BNC étant rectangle et isocèle, § 115, est de 45° : donc l'angle SBC = 162°—45° ou 117°. Ainsi l'angle d'incidence des arêtes les plus obtuses du nouveau dodécaèdre sur le plan de retour de ce même rhomboïde, est d'environ 117°.

Si l'on vouloit vérifier, ainsi que nous l'avons fait au § 160, pour ce qui regarde les dodécaèdres pyramidaux obtus, la justesse de cette approximation, par l'angle d'incidence des arêtes les plus obtuses de ce dodécaèdre pyramidal aigu, sur les plans du rhomboïde de la 4ème modification, on chercheroit la mesure de cet angle, d'après celles des incidences des mêmes arêtes sur les plans du prisme, qui viennent de servir de base au calcul précédent. Et pour cela, soit prolongée indèfiniment la ligne SB, fig. 108 : l'angle d'incidence des arêtes les plus obtuses sur les plans du rhomboïde de la 4me modification, dont les arêtes du rhomboïde primitif tiennent la place, sera représenté par l'angle MBA; mais cet angle est égal à 180°, moins l'angle SBA, et l'angle SBA est égal à l'angle SBC, (que nous venons de voir être de 117°, moins celui ABC qui, § 115, est de 71°, 34′) et est par conséquent de 45°, 26′; donc l'angle MBA égale 180°—45°, 26′ ou 134°, 34′. Ainsi, d'après les mesures prises pour les angles d'incidence des arêtes du dodécaèdre à déterminer, sur les plans du prisme (mesures qui ont servi de base au calcul précédent) celui de l'incidence des arêtes les plus obtuses sur les plans du rhomboïde de la 4me modification, ou sur les arêtes du rhomboïde primitif qui en tiennent la place, doit être de 134°, 34′: on peut alors vérifier si cet angle a bien véritablement cette mesure.

Si les plans du rhomboïde de la 4me modification n'existoient pas sur le cristal qui sert à la détermination, et que ceux du rhomboïde primitif ne s'y trouvassent pas non plus, il seroit alors nécessaire, pour se procurer les arêtes du rhomboide primitif qui tiennent la place des plans du rhomboïde de la 4me modification, de faire éprouver au cristal un double clivage, ainsi que le représente chacune des extrémités du dodécaèdre de la fig. 103. Il est peut-être

utile de répéter ici, que toutes ces différentes mesures se servent réciproquement l'une à l'autre de preuves, concernant leur justesse.

§ 168. D'après la valeur d'environ 162°, trouvée par les mesures prises sur le cristal, ou données par le calcul précédent, pour l'incidence des arêtes les moins obtuses du dodécaèdre sur les plans du rhomboïde primitif, le tableau des reculements par diagonales aux angles obtus de la base, indique celui par 18 diagonales en largeur, sur 7 lames de hauteur. Etablissant, en conséquence, le triangle mensurateur, fig. 104, dans lequel l'angle DEF est de 71°, 34′, et les côtes DE et EF, dans le rapport de 18 diagonales à 7 arêtes ou côtês du rhomboïde primitif, la résolution de ce triangle fera voir que l'angle DFG, valeur réelle de celui d'incidence de ces arêtes sur les plans du rhomboïde primitif, est de 162°, 6′, et que l'angle d'inclinaison FDE de ces mêmes arêtes sur les plans du même rhomboïde, est de 17°, 54′. Conséquemment, après avoir établi la coupe verticale du rhomboïde primitif, ABCD, fig. 106, si, du point D, extrémité de la petite diagonale de ses plans, on mène la droite DI, qui fasse avec celle DA l'angle de 17°, 54′, cette ligne indiquera la direction des arêtes les moins obtuses du dodécaèdre.

D'après la valeur aussi d'environ 117°, donnée par les mesures prises sur le cristal, pour l'incidence des arêtes du dodécaèdre, placées au-dessus de celles du rhomboïde, sur les plans de retour de ce même rhomboïde, le même tableau de reculement par diagonales aux angles obtus de la base, indique celui par 19 diagonales en largeur, sur 30 lames de hauteur: établissant, en conséquence, le triangle mensurateur, fig. 105, dans lequel l'angle DEF est de 71°, 34′, et les côtés DE et EF, dans le rapport de 19 diagonales à 30 arêtes du rhomboïde primitif, sa résolution fixera la valeur de cet angle à 117°, 4′, et celle de celui FDE, formé par l'inclinaison des arêtes sur les mêmes plans de retour du rhomboïde, à 62°, 56′. Si donc, du point B, extrémité de l'arête du rhomboïde primitif, on mène la droite BM, prolongée au delà du point B jusqu'à ce qu'elle rencontre, au point S, le prolongement de l'axe vertical, cette ligne sera la direction des arêtes placées au-dessus de celles du rhomboïde. Le

reculement des lames cristallines éprouvé aux angles obtus des plans de retour de la base du rhomboïde, dirige donc, ainsi qu'on le voit, les arêtes les plus obtuses du dodécaèdre, du côté opposé à ce plan, et au-dessus des arêtes du rhomboïde primitif, par suite de l'inclinaison qu'il leur donne.

Comme cette ligne MS passe par l'angle saillant de la base, ainsi que nous avons dit que devoient le faire les arêtes les plus obtuses, placées au-dessus de celles du rhomboïde primitif, elle a, non seulement la direction qui appartient à ces arêtes, mais elle est en outre dans la véritable situation qui est propre à chacune d'elles. Le point S, où elle rencontre l'axe vertical, est donc l'angle saillant du sommet du dodécaèdre, pris sur deux de ses arêtes opposées. Il n'en est pas de même de la ligne DI, qui indique la direction des arêtes du dodécaèdre les moins obtuses, et placées au-dessus des plans du rhomboïde primitif: on sent parfaitement qu'elle n'est pas dans la position qui lui est propre relativement aux autres parties du dodécaèdre, devant nécessairement aboutir au même point S, sommet du dodécaèdre, que la première. Pour lui donner cette position, après avoir mené la droite DO faisant avec celle DC le même angle de 62°, 56′, que l'arête BS fait avec celle BA, soit tiré, du point S, et parallèlement à DI, la ligne SF qui rencontre, au point F, le prolongement de l'arête OD: cette ligne aura, non seulement la direction qui appartient aux arêtes les moins obtuses, mais elle aura en outre la véritable position dans laquelle elle doit être, relativement aux autres parties du dodécaèdre. Si donc on tire, du point O, la ligne OM qui lui soit parallèle, et rencontre, au point M, le prolongement de l'arête SM, le plan MSFO sera la coupe verticale du nouveau dodécaèdre.

Pour déterminer maintenant tout ce qui a trait à ce dodécaèdre: du point F, fig. 106, soit tirée la perpendiculaire FH à l'axe vertical; soit ensuite prolongée la droite BA, arête du rhomboïde, jusqu'à ce qu'elle rencontre, au point K, celle SF, et soit enfin tirée la ligne KD. L'angle SBC ayant été fait de 117°, 4′, si, de cet angle, on retranche celui ABC de 71°, 34′, § 115, on aura 45°, 30′ pour

valeur de l'angle SBA. L'angle SAB, supplément de celui BAC de 63°, 26', étant de 116°, 34', si à cet angle on ajoute celui SBA, et qu'on retranche leur somme 162°, 4' de 180°, on aura 17° 56', pour valeur de l'angle BSA. On peut très-facilement aussi, par le même triangle BSA, dans lequel on connoit le côté AB, qui est de 24, déterminer celui SA qu'on trouvera de 55°, 60'. L'angle ADI ayant été fait de 17°, 54', et celui DAI, dans le même triangle, étant de 135°, supplément de celui DAC de 45°, en retranchant de 180° la somme 152°, 54' de ces deux angles, le reste 27°, 6' est la valeur de l'angle AID ou ASF. L'angle MSF, qui est l'angle saillant du dodécaèdre, et qui est composé des deux angles MSA et FSA, est donc de 17°, 54 + 27°, 6' ou de 45°; et celui pris à la base de 135°.

Reste maintenant à déterminer les deux arêtes SF et SH, et les deux parties FZ et HZ de la perpendiculaire FH. A cet effet, j'observe que, dans le triangle SAK, l'angle SAK, supplément de l'angle SAB de 116°, 34', étant de 63°, 26', et celui ASK de 27°, 6', étant de même connu, ainsi que le côté SA de 55, 60, on connoîtra facilement, dans le même triangle, l'angle SKA qu'on trouvera de 89°, 28', le côté SK qu'on trouvera de 49, 73, et celui AK qu'on trouvera de 25, 33. L'angle KAD, du triangle KAD, étant de 71°, 34', supplément de celui BAD de 108°, 26', et les deux côtés KA et AD qui le comprennent, étant aussi connus, on trouvera, en résolvant ce triangle, la valeur du côté FD, et celle de l'angle AKD; qu'on trouvera, le premier de 32, 81, et le second de 61°, 22'. L'angle FKD du triangle FKD, est égal à 180°, moins l'angle SKD; mais l'angle SKD est composé des deux angles SKA et AKD, le premier de 89°, 28' et le second de 61°, 22': celui FKD est donc égal à 180°—150°, 49' ou à 29°, 11'. L'angle KFD étant celui saillant de la base du dodécaèdre, pris sur deux arêtes opposées, est de 135°, on connoîtra donc, dans le triangle KFD, deux angles et le côté KD, que nous venons de voir être égal à 32, 81: on pourra donc facilement connoître la valeur du côté SK, qu'on trouvera de

12, 67 : ajoutant cette valeur à celle 49, 73 du côté SK, on aura 62, 40 pour celle de SF. On connoîtra par conséquent, dans le triangle rectangle SAF, en outre de l'angle droit, celui ASF, que nous avons vu être de 27°, 16′, ainsi que celui de son complément SFA de 62°, 54′, et le côté SF, que nous venons de voir être de 62°, 40′ : ce triangle SAF donnera, en conséquence, pour valeur du côté SZ 55, 55, et pour celle de celui ZF 28, 43. Connoissant de même, dans le triangle aussi rectangle SZH, les trois angles et le côté SZ, la résolution du triangle donnera pour valeur du côté SH 58, 39, et pour celle de celui ZH 17, 98.

Supposons maintenant une coupe faite sur le dodécaèdre, perpendiculairement à son axe vertical, et passant par l'extrémité des arêtes les plus courtes d'une des pyramides : coupe qui seroit faite suivant les lignes BH, HG, GF, &c. fig. 103, ou suivant la ligne HF, fig. 106, elle détacheroit du dodécaèdre la pyramide hexaèdre, fig. 107, sur laquelle nous allons continuer le calcul de la détermination de ce qui a trait à ce dodécaèdre, en déterminant la mesure des angles d'incidence de ses plans les uns sur les autres. Nous observerons d'abord que cette pyramide hexaèdre diffère de celle, fig. 101 précédente, en ce que les arêtes pyramidales les plus obtuses sont celles qui sont placées au-dessus des arêtes du rhomboïde primitif, tandis que dans celle, fig. 101, les arêtes les plus obtuses sont placées au-dessus des plans de ce même rhomboïde. Soit, en conséquence, ainsi que dans les exemples précédents, abaissée la hauteur Sz de la pyramide ; soient menées, dans le polygone hexaèdre qui lui sert de base, les diagonales b p, h f, et r u ; soient tirées les lignes h p et f u ; des points h et p, extrémités de deux des arêtes les plus courtes, soient tirées les perpendiculaires h i et p i, sur celle des arêtes les plus longues, qui est placée entre les deux premières ; et soit abaissée la hauteur i o du triangle isocèle h i p ; des point f et u, extrémités de deux des arêtes les plus longues, soient aussi tirées les perpendiculaires f t et u t, sur celle des arêtes les plus courtes, qui est placée entre elles, et soit abaissée la hauteur t n, de l'angle isocèle f t u. Par le triangle h z u, dont on connoit l'angle z de 60° et les

deux côtés qui le renferment, l'un, celui z h, de 17°, 98', et l'autre, celui z u, de 28, 43, on connoîtra le côté hu, qu'on trouvera de 24, 90. Par le triangle rectangle h o z, dont on connoit les trois angles, et le côté z h, on aura la valeur du côté h o, qu'on trouvera de 15, 57. Par le triangle hSu, dont on connoit les trois côtés, on trouvera que la valeur de l'angle hSu, qui est celui du sommet des plans du dodécaèdre, est de 23°, 29'. Par le triangle rectangle h i S, dont on connoit tous les angles et le côté Sh de 58, 39, on aura le côté h i, qu'on trouvera de 23, 27. Et enfin, par celui aussi rectangle h o i, dont on connoit l'angle droit, et les côtés h o et h i, on connoîtra l'angle h i o, qu'on trouvera de 42° : doublant la valeur de cet angle, on aura 84° pour celle de l'angle h i p ; qui est celui formé par l'incidence des plans du dodécaèdre, entre eux, pris sur les arêtes les moins obtuses ou placées au-dessus des plans du rhomboïde primitif.

D'un autre côté, par le triangle rectangle u n z, on connoîtra le côté u n, qu'on trouvera de 24, 62. Par celui rectangle aussi u t S, on trouvera que le côté u t est de 24, 87. Et enfin le triangle rectangle u n t donnera pour valeur de l'angle u t n, 81°, 55': doublant cette valeur, on aura 163°, 50', pour mesure de l'angle f t u; qui est celui formé par l'incidence des plans du dodécaèdre, pris sur les arêtes les plus obtuses, ou placées au-dessus de celles du rhomboïde primitif.

§ 169. La détermination de l'incidence des plans des dodécaèdres dûs à ce mode de reculement des lames cristallines, tant sur les arêtes les plus obtuses, que sur celles qui le sont le moins, exige, ainsi qu'on vient de le voir, un calcul un peu long, à raison de la multiplicité des petites opérations partielles dont il est composé ; mais ce calcul est si simple et si facile, et les bases sur lesquelles il est établi, si aisées à entendre et à appliquer, que je ne prévois pas que personne puisse être arrêté par aucune difficulté. Si on vouloit apporter plus d'exactitude encore, dans les résultats, on pourroit pousser la valeur des angles jusqu'aux secondes, et celle des lignes jusqu'aux millièmes. La partie du calcul sur laquelle cette exacti-

tude auroit le plus d'action, seroit les deux angles qui mesurent les incidences des plans entre eux; parce que, la plus légère altération des angles principaux des dodécaèdres, tels que celui formé par la rencontre au sommet de deux de ses arêtes opposées, celui de l'angle de ses plans triangulaires placé au sommet, &c. en occasionne une très-sensible sur ces deux angles; mais principalement sur celui le plus obtus: son action, sur les autres angles, est très-peu sensible; mais cette plus grande exactitude seroit plus satisfaisante qu'utile.

§ 170. Comme les deux différents angles d'incidence des arêtes sur les plans du prisme, qui sont ceux qui ont été mesurés sur le cristal, pour servir de base à sa détermination par le calcul, n'ont été établis que par approximation; afin de les déterminer d'une manière plus exacte, du point M, fig. 106, soit tirée la seconde perpendiculaire MN à l'axe vertical, et, des points F et M, soient menées les deux droites FL et MV parallélement au même axe vertical: ces deux lignes représenteront les plans du prisme. L'angle SFL sera donc celui d'incidence, sur ce prisme, des arêtes les moins obtuses, et l'angle SMV, celui d'incidence de celles qui le sont le plus: le premier, est égal à la somme des deux angles SFA et AFL, l'un de 62°, 54', et l'autre de 90°, et est par conséquent de 152°, 54': le second, est égal à la somme des angles SMC et CMV, l'un, à cause des parallèles, égal à celui SBA qui est de 72° 4', et l'autre à 90°, cet angle est, par conséquent, de 162°, 4': d'où l'on voit que l'angle d'incidence des arêtes les plus obtuses sur les plans du prisme, est, dans cette modification, égal à celui d'incidence des arêtes les moins obtuses sur les plans du rhomboïde.

Comme l'angle d'incidence des arêtes les plus obtuses de ce dodécaèdre, sur les plans du rhomboïde de la 4me modification, est représenté par celui ABM, fig. 106, cet angle étant égal à 180°, moins l'angle ABS, qui est de 45°, 30', l'angle d'incidence des arêtes les plus obtuses sur les plans du rhomboïde lenticulaire de la 4me modification, est donc de 134°, 30'.

Dans cette modification, ainsi qu'on le voit, les arêtes pyramidales les plus obtuses du dodécaèdre, sont celles qui sont situées au-dessus des arêtes du rhomboïde primitif, ou, ce qui revient au même, de celui d'une grandeur plus ou moins considérable qui lui a servi de noyau : dans le mode de reculement suivant, c'étoit tout le contraire.

DODÉCAÈDRES PYRAMIDAUX AIGUS,

PRODUITS PAR LE REMPLACEMENT DES ANGLES OBTUS DE LA BASE DU RHOMBOÏDE PRIMITIF, CHACUN D'EUX PAR DEUX PLANS DONT LES BORDS NE SONT PAS PARALLÈLES AUX GRANDES DIAGONALES DE SES PLANS, ET DONT L'INCLINAISON SUR L'AXE EST PLUS OU MOINS CONSIDÉRABLE.

§ 171. Je prendrai, pour exemple de ce reculement, celui de ces dodécaèdres qui appartient à la 53me modification. Le passage du rhomboïde primitif à ce dodécaèdre, est représenté sous la fig. 109, pl. 65. On voit distinctement, par lui, que les bords des nouveaux plans produits, ont une direction totalement différente de ceux qui appartiennent au passage du rhomboïde primitif aux dodécaèdres pyramidaux aigus, dûs au mode de reculement précédent, et représenté sous la fig. 102. Dans cette figure, ce reculement est indiqué sous deux états d'accroissement différents.

Mais avant de passer au calcul de détermination des dodécaèdres qui appartiennent à ce mode de reculement, il est absolument nécessaire que je place ici quelques observations.

Dans le reculement précédent, j'ai considéré comme celui direct, le reculement intermédiaire aux angles aigus de la base, tels que AEG et AEE, fig. 102, pl. 64; ce qui étoit tout naturel, puisque c'est, à l'origine, à ces angles qu'il commence. Nous avons vu que ce reculement en exige deux auxiliaires; un aux angles obtus de la même base, qui, tel que celui BGE, appartient aux plans sur lesquels il a lieu; et un autre, de nature différente, aux angles obtus de retour, tels que GEF, ou adjacents à ceux aigus sur lesquels s'est fait le reculement direct; mais ce même mode de reculement en

exige encore un troisième, aussi auxiliaire, et dont nous n'avons pas fait mention parce qu'il nous étoit inutile. Ce troisième reculement auxiliaire est occasionné par celui, auxiliaire aussi, qui a lieu aux angles obtus de la base, sur les faces sur lesquelles se fait le reculement direct. En effet, on voit très-facilement que celui auxiliaire qui a lieu, par exemple, à l'angle obtus BGE, en occasionne un autre aux angles aigus de la même base qui sont adjacents à cet angle obtus. Nous avons vu aussi, qu'à raison de ce que le reculement des lames cristallines commence aux angles aigus, tels que AEG et AEF, ou à celui obtus GEF qui leur est adjacent, avant d'avoir lieu aux angles obtus, tels que BGE, tandis que les arêtes du nouveau dodécaèdre, telles que IL, produites par le premier, passent par les angles saillants de la base, et sont celles les plus obtuses; celles produites par le second, telles que KG, se terminent à un point plus ou moins élévé, et placé au-dessus des plans du rhomboïde primitif, où elles se réunissent aux premières, et elles sont en même temps celles les moins obtuses.

Dans le mode de reculement qui donne naissance aux dodécaèdres dont nous nous occupons, le reculement intermédiaire fait aux angles obtus de la base, tel qu'à l'angle BGE, fig. 109, pl. 65, et que nous considérons comme celui direct, parce que c'est à ces angles qu'il a premièrement lieu, en exige, en même temps, un auxiliaire aux angles aigus de la même base qui lui sont adjacents. A une époque plus ou moins éloignée de celle où ce reculement a commencé, il en exige un autre, auxiliaire aussi, aux angles aigus, tels que AEG et AEF de la même base, et ce dernier à son tour en exige un troisième, encore auxiliaire, à l'angle obtus de retour qui, tel que celui GEF, leur est adjacent. Ces deux modes différents de reculement sont indiqués tous deux sur la fig. 110 : on voit par elle que tout s'y passe, à l'égard de la formation des arêtes du dodécaèdre, en sens opposé de ce que nous avons vu avoir lieu à l'égard des arêtes des dodécaèdres dûs au mode de reculement précédent. Comme ici, ce reculement commence à l'angle obtus de la base, dans les plans du rhomboïde sur lesquels il a lieu, avant d'être éprouvé aux angles

aigus des mêmes plans, ou à ceux obtus des plans de retour ; mais tandis que les arêtes qui, telles que celle KG, fig. 110, s'élévent au-dessus des plans du rhomboïde, passent par les angles saillants de la base, et sont celles les plus obtuses, celles qui s'élévent au-dessus de ses arêtes, telles que SV, doivent se terminer à un point plus ou moins élevé, et placé au-dessus de ces mêmes arêtes, et sont celles les moins obtuses. Nous nous servirons, pour la détermination de ces dodécaèdres, tant du reculement intermédiaire par petites diagonales aux angles obtus de la base, qui donne les arêtes les plus obtuses, que de celui aux angles obtus des plans de retour de la même base, qui donne les arêtes les moins obtuses ; en observant que ce dernier reculement est tel que les arêtes auxquelles il donne naissance, se rejettant en arrière, inclinent sur les arêtes du rhomboïde qui aboutissent à cet angle.

§ 172. Cela posé, voulant déterminer ce nouveau dodécaèdre, représenté par la fig. 112, pl. 56, ainsi que tout ce qui a trait à lui, je cherche, par quelque moyen que ce soit pris parmi ceux qui ont été cités précédemment, à connoître l'angle d'incidence GKA, fig. 110, des arêtes situées au-dessus des faces du rhomboïde, sur ces mêmes faces, et trouve qu'il est d'environ 143°. Je cherche de même l'angle d'incidence SVC des arêtes situées au-dessus de celles du rhomboïde, sur les plans de retour de ce même rhomboïde, que je trouve être entre 124° et 125°. Consultant le tableau des reculements par diagonales aux angles obtus de la base, il indique, pour le premier, un reculement par 5 diagonales en largeur sur 4 lames de hauteur aux angles obtus de la base, tels que celui BGE ; et pour le second, un reculement par 10 diagonales en largeur, sur 13 lames de hauteur aux angles obtus de retour de la même base, tels que celui GEF. Construisant, en conséquence, les deux triangles mensurateurs, fig 113 et 114, le premier ayant l'angle DEF de 71°, 34', et ses côtés, dans le rapport de 5 diagonales à 4 des côtés du rhomboïde, et le second ayant l'angle DEF aussi de 71°, 34', et ses côtés dans le rapport de 10 diagonales à 13 des côtés du rhomboïde, ces deux triangles donnent, pour mesure exacte de l'angle d'incidence

DFG, fig. 113, des arêtes du dodécaèdre situées au-dessus des plans du rhomboïde, sur ces mêmes plans, un peu plus de 143°, 8′, et 36°, 51′, pour l'angle d'inclinaison: ces mêmes triangles mensurateurs donnent pour mesure de l'angle d'incidence DFG, fig. 114, des arêtes situées au-dessus de celles du rhomboïde primitif, sur les plans de retour, 124°; 42′, et pour l'angle d'inclinaison, 55°, 18′. Construisant maintenant la coupe verticale du rhomboïde primitif ABCD, fig. 115, comme nous venons de voir que les arêtes du nouveau dodécaèdre, placées au-dessus des plans du rhomboïde primitif, passent par les angles saillants de sa base, par le point D, extrémité de la ligne qui représente le plan du rhomboïde primitif, on mènera la droite DS faisant, avec celle DA, l'angle de 36°, 51′, angle d'inclinaison des arêtes sur ces plans, indiqués par celui FDE, fig. 113, et rencontrant, au point S, le prolongement de l'axe vertical AC, et par le point B, on mènera de la même manière la droite BO; du même point B ensuite, extrémité de la ligne qui représente l'arête du rhomboïde, on ménera la droite BQ, de manière à faire avec celle BC, qui représente la face de retour du rhomboïde, l'angle de 124°, 42′, donné par celui DFG de la fig. 114: cette ligne représentera la direction des arêtes du dodécaèdre situées au-dessus de celles du rhomboïde. Mais, comme cette arête doit aboutir au point S, sommet du dodécaèdre, si, par ce même point S, on lui mène la parallèle SH, qui rencontre, au point H, le prolongement de la droite BO, la droite SH représentera l'arête dans sa véritable situation: en se conduisant ensuite de la même manière à l'égard de la ligne OR, le plan HSRO sera celui de la coupe verticale du dodécaèdre. Prolongeant enfin la droite DA jusqu'en K, tirant celle KB, ainsi que la perpendiculaire à l'axe vertical HF, le reste du calcul se fera absolument de la même maniére que dans l'exemple précédent, en se servant cependant de la coupe, fig. 101, pl. 64, faite sur le dodécaèdre qui a trait aux modifications dans lesquelles les arêtes pyramidales les plus obtuses sont celles qui sont situées au-dessus des plans du rhomboïde primitif. Lorsque ce calcul sera terminé, on trouvera; 1° que l'angle saillant du sommet du dodécaèdre, pris sur

deux arêtes opposées, est de 18°, 26′; 2° que celui de l'incidence des arêtes les plus obtuses, sur les plans du prisme, est de 171°, 52′; 3° que celui de l'incidence des arêtes les moins obtuses, de même sur les plans du prisme, est de 169°, 42′; 4° que celui de l'incidence des arêtes les moins obtuses, sur les plans du rhomboïde de la 4me modification, est de 126°, 52′; 5° et enfin, que celui de l'incidence des plans, entre eux, sur les arêtes les plus obtuses, est de 145°, 26′; et sur celles les moins obtuses, de 98°, 8′.

DODÉCAÈDRE PYRAMIDAL AIGU À PYRAMIDES DROITES ET PLANS TRIANGULAIRES ISOCÈLES;

PRODUIT PAR LE REMPLACEMENT DES ANGLES AIGUS DE LA BASE, CHACUN D'EUX PAR UN PLAN INCLINÉ SUR L'AXE.

§ 173. On a déjà vu, dans la série des dodécaèdres pyramidaux obtus, appartenant à la chaux carbonatée, l'existence de deux dodécaèdres formés par la réunion, base à base, de deux pyramides hexaèdres à plans triangulaires isocèles ; celui-ci est donc le troisième de ce genre, qui appartienne à cette substance. Je n'ai encore vu que deux groupes présentant cette modification, et je les possède tous deux. Sur l'un est placé un cristal isolé, très-grand et d'une perfection peu commune, qui offre la variété représentée sous la fig. 667, pl. 46 des cristaux. Chaque pyramide, quoique interceptée par les plans du rhomboïde de la 4me modification, a environ un pouce neuf lignes de longueur, sur environ un pouce et demi de diamètre, à sa base. La gangue sur laquelle ce superbe cristal, qui est coloré en un brun noirâtre, est placé, est garnie de cristaux beaucoup plus petits et beaucoup moins colorés, qui présentent ce même dodécaèdre, dont les pyramides sont interceptées par les plans du rhomboïde primitif, fig. 665, pl. 46 : nous allons jetter un coup d'œil sur cette modification, qui est la 55me de la série de celles que présente la chaux carbonatée.

La fig. 116 représente le dodécaèdre pyramidal aigu de cette modification, à l'état complet. Après avoir déterminé, par la mesure, l'angle d'incidence PYX des arêtes, telles que YP, sur les plans du rhomboïde primitif, soit naturels, soit de clivage, ainsi que l'angle formé par l'incidence des arêtes, telles que s u, sur le plan de retour

QR du même rhomboïde, on fixera, par le moyen des triangles mensurateurs, fig. 117 et 118, la véritable valeur de ces mêmes angles, ainsi qu'il a été fait dans les exemples précédents. Celle du premier, c'est-à-dire, de l'angle d'incidence des arêtes situées au-dessus des plans du rhomboïde primitif sur les plans de ce rhomboïde, sera trouvée être de 152°, 6′, et être le résultat d'un reculement par 5 diagonales en largeur, sur 3 lames de hauteur, aux angles obtus de la base ; et celle du second, ou de l'angle d'incidence des arêtes situées au-dessus de celles du même rhomboïde, sur ses plans de retour, sera trouvée être de 117°, 54′, et être le résultat d'un reculement par 11 diagonales en largeur, sur 13 lames de hauteur, aux angles obtus de retour de la base du même rhomboïde.

§ 174. Cela posé, après avoir tracé la coupe verticale ABCD du rhomboïde primitif, fig. 119, pl. 66, du point D soit tirée la ligne DP faisant, avec celle DA, un angle de 27°, 54′, égal à celui FDE, fig. 117, qui indique la valeur de l'angle d'inclinaison des arêtes les plus obtuses sur les plans du rhomboïde primitif, et soit cette ligne prolongée jusqu'à ce qu'elle rencontre l'axe vertical au point P. Du point B, ensuite soit tirée la droite BS faisant, avec celle BC qui représente le plan de retour, un angle de 117°, 54′, égal à celui FDE, fig. 118, que nous avons vu être l'incidence des arêtes les moins obtuses sur ce plan : cette ligne rencontrera l'axe vertical en un point S différent de celui P, où l'arête DP rencontre le même axe ; mais comme le point S doit visiblement être le sommet du dodécaèdre, puisque l'arête qui y aboutit passe aussi par l'angle saillant de la base du rhomboïde, et que, pour la ramener au point P, il faudroit que les lames cristallines superposées sur les plans du rhomboïde, pénétrassent dans son intérieur, ainsi que l'indique la ligne RP, du point S on mènera, parallèlement à PD, la ligne SF, jusqu'à ce qu'elle rencontre, au point F, le prolongement de l'arête OD répondant, dans l'autre pyramide, à celle SB de celle-ci : cette ligne alors représentera, non seulement la direction, mais aussi la véritable situation de l'arête du dodécaèdre, située au-dessus des plan du rhomboïde. Ayant menée de la même manière la droite OH, le plan

HSFO sera celui de la coupe verticale, prise sur deux des arêtes opposées du dodécaèdre de cette 55me modification. En se conduisant, dans le reste du calcul de ce dodécaèdre, de la même manière qu'il a été fait dans les exemples précédents, et principalement dans celui du dodécaèdre qui appartient à la 47me modification, on trouvera que les deux angles BSZ et FSZ sont parfaitement égaux, et ont 17°, 6′, pour mesure, ce qui donne 34°, 12′, pour celle de l'angle saillant, du sommet de ce dodécaèdre, pris sur deux des arêtes opposées. On observera aussi, que la perpendiculaire FH, tirée de l'extrémité de l'une des trois arêtes alternes, sur l'axe, tombe exactement, dans son prolongement, à l'extrémité de celle des trois autres arêtes, qui est opposée, et que, conséquemment, toutes les arêtes sont égales entre elles. Le triangle HSF est donc isocèle, et sa base est divisée en deux parties égales, HZ et ZF, par la perpendiculaire SZ. Chacune des deux pyramides qui composent ce dodécaèdre a donc toutes ses arêtes égales : ces mêmes arêtes se terminent à une distance égale du centre du polygone hexaèdre qui lui sert de base, et elles sont également espacées entre elles : Cette pyramide est donc droite, et composée de six triangles isocèles égaux. Finissant le calcul, on trouvera que chacune des arêtes fait, avec les plans du prisme sur lesquels elle est placée, un angle de 162°, 54′; que celles de ces arêtes qui sont situées au-dessus de celles du rhomboïde primitif, font, avec le plan du rhomboide de la 4me modification, un angle de 133°, 40′; et enfin, que l'angle d'incidence des plans entre eux, pris sur chacune des six arêtes, est de 122°, 20′.

§ 175. J'ai dit que je possédois un grand dodécaèdre isolé de cette modification, mais que ses pyramides étoient interceptées par les plans du rhomboïde de la 4me modification, ainsi que le représente la fig. 120, pl. 67 : ce cristal ne permet donc pas de prendre la mesure de l'inclinaison des arêtes sur les plans du rhomboïde primitif, à moins de se procurer, par le clivage, des plans qui puissent en tenir lieu ; mais étant unique, on se détermineroit difficilement à lui faire éprouver des cassures qui nécessairement altéreroient la perfection de sa forme : d'ailleurs sa grande longueur mettroit aussi

obstacle à ce qu'on pût prendre l'incidence des arêtes sur les plans de retour. Nous allons voir que cela n'est nullement nécessaire, les plans du rhomboïde de la 4me modification étant suffisant pour parvenir à déterminer cette inclinaison des arêtes sur les plans du rhomboïde primitif. Ayant déjà donné, § 132, l'exemple de cette détermination faite par l'intermède des plans du prisme, je profite de cette nouvelle occasion, pour en donner un de la détermination par ceux du rhomboïde de la 4me modification.

Mesurant, avec toute l'exactitude qu'il est possible d'apporter à cette opération, exactitude à laquelle on parvient assez facilement par l'usage, l'angle d'incidence MKA, des arêtes du dodécaèdre situées au-dessus de celles du rhomboïde primitif, fig. 120, sur les plans du rhomboïde de la 4me modification qui remplacent les arêtes, ainsi que celui HIA d'incidence des arêtes situées au-dessus des plans du rhomboïde primitif, sur les arêtes de ce même rhomboïde de la 4me modification ; on trouvera le premier d'environ 134°, et le second d'environ 121°.

Après avoir construit la coupe verticale ABCD du rhomboïde primitif, fig. 121, pl. 67, on construira, sur elle, celle AHCF du rhomboïde de la quatrième modification. On peut se rappeler que, dans ce rhomboïde, l'arête AB de celui primitif devient l'emplacement et la direction de ses plans ; ce qui laisse l'angle HAC de la coupe de ce rhomboïde, égal à celui de 63°, 26′ du rhomboïde primitif, tandis que la direction AF des arêtes est située au-dessus des plans du même rhomboïde primitif, et enfin que l'angle FAC est de 75°, 58′.

Cela posé, si, par le point F, on tire la droite FG faisant, avec l'arête AF du rhomboïde de la quatrième modification, l'angle GFA de 121°, et qu'on prolonge cette ligne jusqu'à ce qu'elle rencontre le prolongement de l'axe vertical au point S, la droite SF représentera bien sensiblement l'arête du dodécaèdre, qui repose sur celle du rhomboïde de la quatrième modification. Si ensuite, du point H, on tire la droite HQ faisant, avec le plan HA du rhomboïde de la 4me modification, l'angle de 134°, et qu'on prolonge cette ligne

jusqu'à ce qu'elle rencontre le prolongement de l'axe vertical au même point S, cette ligne représentera l'arête du dodécaèdre qui repose sur le plan du rhomboïde de la quatrième modification : l'angle HSF représentera donc la coupe verticale du dodécaèdre de cette 55me modification, prise sur deux des arêtes opposées dans chacune de ses pyramides. Cette même coupe verticale sera représentée de même par l'angle BRY, formé par les parallèles BR et RY aux arêtes HS et FS, mais dans lequel l'arête BR passe par un des angles saillants de la base du rhomboïde primitif, ainsi que nous avons vu que cela devoit être en effet.

Maintenant, l'angle QHB ayant été fait d'environ 134°, si on le retranche de 180°, on aura 46° pour valeur de l'angle SHA, ou pour celle de celui RBA qui lui est égal : ajoutant ce nouvel angle à celui ABC qui est de 71°, 34′, on aura 117°, 34′ pour valeur de l'angle RBC, qui est celui d'incidence des arêtes du dodécaèdre situées au-dessus de celles du rhomboïde primitif, sur les plans de retour de ce rhomboïde.

D'un autre côté, l'angle GFA ayant été fait d'environ 121°, si on le retranche de 180°, on aura 59° pour valeur de celui SFA. En ajoutant à cet angle celui AFD, qui est de 40, 36°′, leur somme 99°, 36′ sera la valeur de l'angle SFC, ou de celui RYC qui lui est égal. Mais comme la ligne RY ne tombe pas à l'extrémité D de la face du rhomboïde, de cette extrémité soit tirée, pour la facilité du calcul, la ligne DX parallèlement à elle, l'angle XDC sera égal à celui RYC, et par conséquent sera de 99°, 36′ : retranchant de cet angle celui ADC de 71°, 34′, le reste 28°, 2′, sera la valeur de l'angle ADX : retranchant enfin ce dernier angle de 180°, on aura 151°, 58′ pour valeur de l'angle NDA, qui est celui d'incidence des arêtes du dodécaèdre situées au-dessus des faces du rhomboïde primitif, sur ces mêmes faces.

Soumettant ensuite ces deux résultats à la vérification du tableau et des triangles mensurateurs, on trouvera que le dernier de ces deux angles d'incidence est le résultat d'un reculement aux angles obtus de la base du rhomboïde primitif, par 5 diagonales en largeur,

sur 3 lames de hauteur, et que la véritable valeur de l'angle NDA est de 152°, 6'. On trouvera aussi que le premier est le résultat d'un reculement par 11 diagonales en largeur, sur 17 lames de hauteur, aux angles obtus de retour de la base, et que la véritable valeur de l'angle RBC est de 117°, 54'; ce qui est, ainsi qu'on le voit, exactement ce qui avoit été etabli précédemment, § 174, dans le calcul fourni par les mesures supposées prises directement sur les plans du rhomboïde primitif. Le reste du calcul de détermination sera donc absolument le même que celui qui a été fait précédemment, à l'égard du même dodécaèdre.

J'ai représenté par les lignes OP et PT, parallèles à celles HA et AF, mais plus élevées sur la pyramide, l'angle saillant du sommet du rhomboïde de la 4me modification, pour laisser mieux sentir encore l'inclinaison des arêtes du dodécaèdre sur les côtés de cet angle.

Cet exemple, ainsi que ceux cités précédemment, démontre l'usage qui peut être fait des plans des modifications que j'ai nommées déterminantes, et fait voir de quelle utilité ces plans peuvent être, dans le calcul à faire pour la détermination de tout ce qui peut concerner une nouvelle modification. L'avantage apporté par eux est si considérable, que je n'ai encore rencontré aucun cristal qui ne pût être déterminé, d'après le secours que fournit leur emploi.

PRISME DODÉCAÈDRE.

§ 176. Je terminerai la description des calculs qui ont trait à la détermination des différentes modifications du cristal primitif de la chaux carbonatée, par celui qui concerne une des plus rares de ces modifications, et qui est en même temps aussi une des plus singulières: c'est celle qui donne naissance à un prisme dodécaèdre. Je n'ai connu moi-même cette modification, qu'après que tout ce qui a rapport à cette partie de l'étude de la chaux carbonatée à été terminé; ce qui est cause que, dans le tableau des modifications, ainsi que dans les planches des cristaux, elle est placée après toutes les autres.

La fig. 122, pl. 68, représente le passage du rhomboïde primitif à cette modification. On voit, par elle, que chacun des bords de la base y est remplacé par deux plans qui, lorsque le cristal est complet, se réunissent, entre eux, sur le milieu de ces bords. On peut y reconnoître facilement aussi, que ces plans sont le résultat d'un reculement intermédiaire, et par conséquent par diagonales, § 123, aux angles obtus de la base du rhomboïde; reculement qui remplace chacun de ces angles, tels que ceux ILMK et DNOM, par deux plans parallèles à l'axe de ce rhomboïde. Ce mode de reculement en exige un auxiliaire aux angles aigus, ainsi qu'on le voit aux extrémités des arêtes AC et AE: la fig. 123 représente ce reculement fait aux angles obtus, sans l'indication de celui auxiliaire qui a lieu en même temps à ceux aigus.

Pour procéder au calcul de cette modification, j'observe que chacun des bords du prisme, tels que LM, étant parallèle à l'axe, fait par conséquent, avec les plans du rhomboïde, qui lui sont opposés, un angle tel que celui MLA, de 135°, § 116.

Il reste donc maintenant à déterminer la mesure exacte de l'angle d'incidence des plans du prisme entre eux; et comme nous n'avons aucun reculement auxiliaire qui puisse venir à notre secours à ce

sujet, nous nous servirons, pour cette détermination, du reculement intermédiaire même, fait aux angles obtus de la base: pour cela, nous chercherons quelle doit être la mesure de l'angle de rençontre ILN, des bords IL et LN des nouvelles faces produites, fig. 122 et 125.

Pour y parvenir, nous observerons que, par la nature du reculement qui a lieu d'une manière uniforme à tous les angles obtus de la base, tel qu'à ceux CDE, DEF, &c. fig. 123, les bords terminaux, tels que LN et XN, des plans auxquels il donne naissance, doivent se rencontrer exactement sur le milieu N, L, &c. des bords de la base, et donner lieu, par là, à la formation des six autres bords du prisme, tels que ceux NO, IK, &c.

Soit maintenant la figure 124 représentant le plan CAED de la fig. 123, avec indication des molécules dont il est composé. D'après la nature du reculement qui produit ceux des bords du prisme qui répondent aux angles obtus de la base, la première molécule O formant le sommet de chacun de ces angles, tel que celui CDE, doit nécessairement être supprimée, par le reculement de la première lame de superposition. Mais ce reculement, qui donne à la fois naissance à deux des plans du prisme, étant intermédiaire, tandis qu'il suprime la molécule O sur un des bords tels que DE et DC, en suprime un nombre plus considérable sur celui DC et DE, sans quoi il n'y auroit qu'un seul plan de remplacement de formé. C'est ce nombre que nous allons chercher, pour pouvoir ensuite parvenir à déterminer exactement l'angle d'incidence des côtés IL et NL entre eux.

Soit pris perpendiculairement sur les plans du prisme, fig. 125, la mesure de l'angle d'incidence a b c de ces plans, entre eux, sur les bords, qui répondent aux angles obtus de la base du rhomboïde; ce qui est toujours très-facile à connoître, par quelques cassures accidentelles ou faites exprès sur le cristal, si les plans qui le terminent ne l'indiquent pas suffisamment: cette mesure sera trouvée d'environ 159°. Pour asseoir exactement sa valeur, je me servirai de celle de l'angle ILN, qu'il m'est très-facile de connoître.

Pour cela, j'observe que, si je me contentois de prendre deux molécules sur chacun des côtés, comme les bords des plans produits aboutiroient alors à l'extrémité supérieure L de la petite diagonale de la première molécule o, fig. 124, les deux bords des plans formés seroient dans un même plan, ainsi que l'indique la ligne XZ, et il n'y auroit alors qu'un seul plan de produit. Je supposerai donc, pour un moment, que le reculement prend trois molécules sur un des côtés de l'angle obtus, et qu'il n'en prend qu'une sur l'autre; et, après avoir tiré les lignes IL et NL, ces lignes indiqueront les bords des nouveaux plans, et l'angle ILN, celui qu'ils forment entre eux par leur rencontre. Pour déterminer la mesure de cet angle, soit tirée, par l'extrémité de ses côtés, la ligne IN, la valeur de cette ligne, qui sera égale à trois des grandes diagonales du rhomboïde primitif, sera connue: et si, dans le triangle ILN, on abaisse la hauteur Lr, cette hauteur, qui sera égale à la moitié d'une des petites diagonales du même rhomboïde primitif, sera aussi connue. D'après cela, si je trace à part le triangle ILN, avec sa hauteur, fig. 126, je connoîtrai, dans le triangle I r L, en outre de l'angle droit r, les deux côtés qui le renferment: celui I r $=\frac{1}{2}$ IN qui lui-même est égal à trois grandes diagonales de 37°, 18′, § 115, et est, par conséquent, de 111, 54, ce qui donne 55, 77 pour le côté I r; et celui L r égal à la moitié d'une des petites diagonales, ou à 15, 18, § 115; je connoîtrai donc facilement l'angle IL r, qui je trouverai de 74°, 46′: donc celui ILN, dont il est la moitié, est de 149°, 32′.

La simple différence d'environ 10° entre cet angle de 149°, 32′, et celui d'environ 159° que m'a donné la mesure, avec l'instrument, de l'angle a b c, fig. 125, qui nécessairement doit être plus grand que le premier, me faisant présumer que le reculement supposé pourroit être celui auquel appartient cette modification, m'engage à continuer le calcul de détermination, pour vérifier si ce reculement est en effet le véritable, et en même temps pour fixer la valeur exacte de l'angle abc. Soit, en conséquence, supposée une coupe faite sur le prisme, fig. 125, parallèlement à son axe, et qui passe par la ligne IN: on en séparera un prisme trièdre ILNOMKE. Soit supposé

de nouveau, que ce prisme est soumis à une coupe qui passe par le côté LM, et la ligne Lr: le plan de cette seconde coupe pourra être répresenté par celui, fig. 127. Du point L soit abaissée, dans ce plan, la perpendiculaire LX au côté rz: cette ligne sera aussi perpendiculaire au plan INOK du prisme triédre retranché par la première section, fig. 125; et si, dans ce même plan, et par l'extrémité des lignes ab et cb, on tire la ligne ac, elle sera la hauteur du triangle isocèle abc, dont les côtés isocèles mesurent l'incidence, entre eux, des deux plans ILKM et LNOM, sur le bord LM. Connoissant maintenant, dans le triangle rectangle LXr, fig. 127, le côté Lr, égal à la moitié d'une des petites diagonales du rhomboïde primitif, l'angle droit X, et celui rLX, égal à l'angle rDM de 135, moins celui XLM de 90°, et qui est par conséquent, de 45°, j'aurai facilement la valeur de la perpendiculaire LX, que je trouverai de 10, 73.

Contruisant le triangle abc, fig. 128, semblable à celui indiqué par les mêmes lettres, dans la fig. 125, et abaissant la hauteur bX, je connoîtrai, dans le triangle rectangle aXb, l'angle droit et les deux côtés qui le renferment, bX de 10, 73 et aX de 55, 77: je connoîtrai donc facilement l'angle abX, que je trouverai de 79°, 28': ainsi que celui abc qui mesure l'angle d'incidence des plans du prisme entre eux, et est, par conséquent, de 158°, 48', angle aussi près que possible de celui que m'avoit donné la mesure prise avec l'instrument.

Ainsi le reculement intermédiaire aux angles obtus qui reposent sur la base des plans du rhomboïde primitif, a 1° lieu par une diagonale en largeur sur une lame de hauteur, et ce même reculement en exige un auxiliaire aux angles aigus adjacents, qui, pendant qu'il prend une molécule sur chacun des côtés de l'angle obtus, en prend trois sur l'autre; 2°, les côtés du prisme se rencontrent, entre eux, sur les six bords qui répondent aux angles obtus du rhomboïde, sous un angle de 158°, 58'; 3°, enfin, la somme de tous les angles du pourtour du prisme étant de 1800°, ces mêmes plans se rencontrent, entre eux, sur les six autres arêtes, sous un angle de 141°, 22'.

DESCRIPTION

DU RAPPORTEUR À RAYON MOBILE, ET SON USAGE DANS LA DÉTERMINATION DES MODIFICATIONS.

§ 177. L'usage des tableaux de reculement que nous avons employés dans les calculs qui ont précédé, est extrêmement utile dans tout ce qui a trait au calcul des différentes modifications qui peuvent être éprouvées par les cristaux primitifs des diverses substances minérales ; et, avec le simple changement que doit occasionner, dans l'inclinaison de leurs côtés entre eux, la variation dans la forme des cristaux primitifs, ces tableaux peuvent être appliqués de même au calcul des différentes modifications de ceux de toutes les autres substances minérales. Ils abrégent considérablement les recherches qu'on est dans le cas de faire, pour connoître le véritable reculement qui, ayant eu lieu, soit le long des bords, soit aux angles d'un cristal primitif quelconque, peut donner telle ou telle modification, et diminuent de beaucoup les tâtonnements que, sans eux, on seroit bien souvent dans le cas de faire, pour parvenir à la connoissance du reculement qu'on cherche.

Pour en rendre l'usage plus facile et plus prompt, j'ai fait ajouter à un rapporteur ordinaire, un simple rayon mobile, ainsi que le représente la fig. 129, pl. 68, dans laquelle ABCD représente le rapporteur, et la petite règle DE, le rayon mobile autour du centre C. Cette petite règle, dont le bord MN, qui aboutit au centre du demi-cercle, est le véritable rayon, porte à son extrémité deux petits trous F et G, destinés à recevoir deux petits clous, qui sont placés à l'extrémité de la règle HI, fig. 130, et à réunir entre elles ces deux règles, lorsque, ce qui est dans le cas d'arriver fréquemment, celle DE n'est pas assez grande pour pouvoir indiquer l'angle que l'on cherche. La lettre M indique une petite pointe qui est placée sur la direction du rayon, et est destinée, étant pressée contre le papier,

à marquer le point par lequel doit passer la ligne tirée du point D, servant à représenter, lorsqu'on le desire, la direction du rayon.

La substance avec laquelle ce rapporteur doit être fait, doit être transparente, telle que le verre ou la corne. Cette dernière a un grand avantage sur le verre, en ce que, pouvant être très-mince, elle sépare très-peu le rayon de l'objet à l'égard duquel sa mache doit être considérée, et permet de saisir les angles plus facilement et avec plus justesse: par ce peu d'épaisseur, en outre, la réfraction est presque nulle. Mais la corne a le grand désavantage, lorsque sous une surface assez grande elle n'a qu'une foible épaisseur, de se tourmenter et de prendre alors différentes courbures, qui nuisent à la justesse de l'instrument. Cette raison m'a déterminé à en faire construire un en verre, en faisant placer les dégrés de graduation sur sa surface inférieure, celle destinée à toucher directement le papier, afin d'annuler, par là, l'effet de la réfraction du verre; mais si la corne pouvoit-être amenée et maintenue à un état parfaitement plat, je la préferois au verre pour la substance avec laquelle cet instrument doit être fait.*

§ 178. Si je veux maintenant faire usage de ce rapporteur, soit le tableau DOPQ représentant la coupe verticale du rhomboïde primitif de la chaux carbonatée, ainsi qu'il a été construit, § 111, sous la fig. 29, de manière que la ligne DQ représente la direction des petites diagonales des molécules de surface, et celle DO, la direction des arêtes ou côtés de ces mêmes molécules. La partie du tableau qui renferme l'angle QDO, sera celle destinée à représenter les angles obtus de la base du rhomboïde primitif, et les divers reculements qui peuvent y avoir lieu; et celle qui renferme l'angle DQP, à représenter les angles du sommet du même rhomboïde, ainsi que les reculements qui peuvent aussi y avoir lieu. Si, par le milieu de chacune des divisions qui représentent, sur la ligne DQ, les petites

* On trouvera cet instrument parfaitement exécuté, dans la boutique de Messrs. Dudley et Adams, No. 60, Fleet-street, à Londres. On y trouvera aussi des goniomètres faits avec beaucoup de soin, et de perfection.

diagonales, on mène des parallèles à la ligne BO, ainsi que l'indiquent les lignes ponctuées de ce tableau, chacune des divisions du tableau sera suivant les petites diagonales, de sorte qu'il pourra alors servir de même pour les calculs par reculements par demi-diagonales, soit aux angles obtus de la base, soit à ceux du sommet du rhomboïde primitif.

D'après cela, supposons que, dans un dodécaèdre pyramidal aigu de la chaux carbonatée, appartenant à la division de ceux qui se cassent peut sur leurs arêtes les plus obtuses, on ait mesuré l'angle d'incidence des arêtes les plus obtuses, de ce dodécaèdre, sur les plans du rhomboïde primitif, et que le goniomètre indique environ 145° pour la valeur de cet angle ; mais plutôt plus grand que plus petit. Cette mesure n'existant pas au nombre de celles, de même genre appartenant aux dodécaèdres aigus que nous avons observé jusqu'ici, indiqueroit une nouvelle modification dodécaèdre pyramidale aigue dans la chaux carbonatée. Avant d'entreprendre aucune espèce de calcul, la mesure prise avec le goniomètre ne pouvant être regardée, ainsi que je l'ai dit, § 105, que comme une forte approximation de la véritable mesure de l'angle auquel elle appartient, il est nécessaire de déterminer cet angle avec exactitude : le mode de cette détermination nous apprendra, en même temps, la nature du reculement qui peut lui avoir donné naissance. Pour cela, comme l'angle des plans du rhomboïde primitif, sur lequel tombe l'arête la plus obtuse du dodécaèdre, est celui obtus de la base de ce rhomboïde, ayant placé le rayon mobile du rapporteur, sur l'angle de 145°, on place le rapporteur lui-même sur le tableau, de manière que son centre réponde exactement au sommet D, de l'angle ODQ, et que son rayon DR, soit de même exactement placé sur la ligne, DQ, des diagonales du tableau. Examinant ensuite, sur quelle division du tableau tombe, soit exactement, soit le plus près possible, le rayon mobile placé sur 145°, j'observe que c'est dans ce cas le point I, et que ce point répond au chiffre 4 de la ligne DQ, ainsi qu'à celui 3 de la ligne DO: j'en conclus alors que le reculement a eu lieu par quatre diagonales en largeur, sur 3 lames de hauteur,

et, comme l'angle de 145° que j'avois pris, est celui de l'incidence de l'arête la plus obtuse du dodécaèdre sur le plan du rhomboïde primitif, la ligne IL indiquant la direction des plans de ce rhomboïde, le rayon DI indiquera la direction des arêtes les plus obtuses du dodécaèdre, par rapport à ces mêmes plans. Il est maintenant nécessaire de connoître la valeur exacte de l'angle DIL, et pour, cela, il suffit de chercher dans le triangle DIS, dont on connoit l'angle S de 71°, 34′ et les côtés DS et SI, le premier égal à la diagonale du rhomboïde primitif, et le second à trois de ses côtés, il suffit, dis-je, de chercher, par la résolution de ce triangle, la valeur de l'angle DIS, que l'on trouvera de 73°, 44′, et de lui ajouter ensuite l'angle LIS de 71°, 34′: la somme 145°, 18′, sera la valeur de cet angle, et, par conséquent, celle exacte de l'incidence des arêtes les plus obtuses du dodécaèdre pyramidal, sur les plans du rhomboïde primitif. Cet angle étant une fois connu avec exactitude, on procédera à la détermination, par le calcul, de tout ce qui peut avoir trait au même dodécaèdre, ainsi qu'on l'a vu dans ceux des calculs analogues qui ont été donnés, dans la partie de cet ouvrage qui vient de précéder.

Si, en conséquence, je voulois, par exemple, vérifier le calcul qui a été donné pour tout ce qui peut concerner le dodécaèdre commun, ou de la 36me modification, ainsi que celui de la 37me; je vois, par le tableau des modifications, que, dans le premier de ces deux dodécaèdres, les arêtes les plus obtuses sont produites par un reculement par deux diagonales en largeur, sur une seule rangée de hauteur, aux angles obtus de la base du rhomboïde primitif, et dans le second, par un reculement de 7 diagonales en largeur, sur 4 lames de hauteur: en tirant les lignes DI et DU, fig. 189, par les points, pris sur le tableau, qui répondent à ces conditions, ces lignes représenteront alors les arêtes les plus obtuses de ces deux dodécaèdres. Le calcul terminé me fait voir, que les premières font, avec les plans du rhomboïde primitif, un angle de 156°, 48′, et les secondes, un angle de 153°, 26′, angles qui sont les mêmes que ceux qui ont été donnés dans le tableau des modifications; et je termine ensuite cette véri-

fication de la même manière qui a été employée dans le calcul de détermination.

§ 179. Si le reculement avoit lieu par demi-diagonales, au lieu de se faire par diagonales entières, ainsi que celui qui sert au calcul de détermination des rhomboïdes aigus, dont le clivage se fait au sommet sur les faces, on se serviroit, dans ce cas, des lignes ponctuées parallèles à celle sur laquelle sont placés les côtés des molécules, au lieu de se servir de celles pleines. Ayant pris, par exemple, l'angle d'incidence des plans du rhomboïde de la 13[me] modification, sur les plans de celui primitif, et trouvé cet angle entre ceux de 139° et 140°, et à peu près aussi près de l'un que de l'autre, je place le rayon mobile sur 139°, 30′, et cherchant, après avoir placé le rapporteur de la même manière que dans les exemples précédents, le point de section des lignes ponctuées par lequel paroit passer exactement le rayon, je trouve que ce point seroit celui X: déterminant, en conséquence, la valeur de l'angle DXU, je reconnois que cette valeur est de 139°, 24′, et fais de cet angle la base de la détermination de tout ce qui a trait à ce rhomboïde.

§ 180. Si le reculement des lames cristallines, qui est pris pour base du calcul de détermination, a lieu aux angles obtus du sommet du rhomboïde primitif, comme par exemple, celui qui a servi de base à la partie du calcul du rhomboïde de la 5[me] modification; après avoir pris la mesure de l'angle d'incidence des plans des deux rhomboïdes l'un sur l'autre, et trouvé cet angle d'environ 145°, et plutôt plus que moins, je met le rayon du rapporteur sur le 145°, pris de droite à gauche, et place ensuite ce rapporteur sur l'angle Q du tableau, au lieu de le placer sur celui D, ainsi que dans les exemples précédents, et le rayon tombant à peu près exactement sur le point de section Y, je cherche la valeur de l'angle QY&, que je trouve de 36°, 52′; en lui ajoutant ensuite celui &YZ, qui est de 108°, 26′, j'ai 145°, 18′, pour la valeur de celui QY&.

Ce que je viens de dire suffit, je pense, pour faire voir l'usage des tableaux propres à calculer les reculements, ainsi que leur grande

utilité : j'ajouterai simplement, que l'on doit mettre à leur construction la plus grande exactitude, dans le rapport des différentes lignes entre elles, ainsi que dans la parfaite égalité des divisions. Ces divisions doivent être en outre assez grandes, pour que l'observateur puisse facilement appercevoir les différents points de section sur lesquels tombe le rayon mobile du rapporteur, à mesure que les angles qu'il indique éprouvent quelques changements.

§ 181. On voit très-facilement aussi que, si les reculements qui servent de base aux calculs de détermination, avoient eu lieu le long des bords de la base ou des arêtes du rhomboïde primitif, la construction du tableau, qui eût alors été celle représentée sous la fig. 23, pl. 56, partant d'une coupe différente faite sur le rhomboïde primitif, n'eût pas été la même que celle dont nous venons de nous occuper ; mais, comme elle eut été absolument sur les mêmes principes, l'usage du rapporteur à rayon mobile eût été le même à son égard : on eût alors calculé les reculements ayant lieu aux bords de la base, par la partie du tableau située à la gauche de l'observateur, et ceux ayant lieu le long des arêtes, par la partie située à sa droite: deux seuls de ces tableaux suffisent donc pour le calcul de toutes les modifications de la chaux carbonatée.

OBSERVATIONS

SUR UN GENRE D'ACCROISSEMENT DES CRISTAUX, PAR LEQUEL UN CRISTAL SECONDAIRE DÉJÀ FORMÉ SERT DE NOYAU À LA FORMATION D'UN NOUVEAU CRISTAL.

§ 182. Après avoir décrit la manière dont se fait, le plus généralement, la cristallisation des substances minérales; après avoir établi les principes de cette opération intéressante de la nature, appliqué ces principes à la cristallisation de la chaux carbonatée, et donné une méthode extrêmement simple et facile, de soumettre, d'après eux, au calcul, la détermination des nombreuses modifications que présente cette substance; méthode applicable à toutes les substances minérales; il me reste, pour completter la connoissance des faits cristallographiques, à parler d'un mode particulier de cristallisation, sur lequel l'attention n'a pas encore été portée, et qui cependant joue un très-grand rôle, dans un nombre considérable de substances. C'est la formation des cristaux qui doivent leur naissance à la superposition de molécules cristallines sur d'autres cristaux d'une formation antérieure à la leur. Dans ce cas, la surface, ou une partie seulement de la surface d'un cristal déjà formé, est recouverte par la matière cristalline, qui s'y place d'une manière régulière: alors, ou cette superposition augmente simplement les dimensions du cristal sur lequel elle a lieu, sans en changer la forme, ou elle augmente ses dimensions en changeant sa forme en même temps. Ce changement de forme a lieu, ainsi que dans la cristallisation ordinaire, par reculement de rangées de molécules cristallines; mais la cristallisation n'a plus, pour noyau direct, le cristal primitif, et les reculements ont pour objet, et semblent être déterminés, par les bords ou les angles du cristal secondaire sur les faces duquel la superposition a lieu. De sorte, que ce cristal secondaire, au lieu

d'être un noyau hypothétique, ainsi que ceux dont nous avons parlé, page 101 et 102 de ce volume, devient le noyau véritable de la nouvelle cristallisation qui se fait; mais toujours la forme, qui devient celle du cristal total, appartient à une de celles déjà connues de la même substance, ou du moins peut être rapportée à un des reculements auxquels pourroient être soumises les lames cristallines placées directement sur le cristal primitif.

Dans les cristaux qui sont l'objet de cette observation, soit que la surface du cristal sur lequel se fait la superposition de la matière cristalline, ait été salie par quelques légers dépôts terreux ou métalliques, soit que la matière cristalline sur-ajoutée ait un plus haut dégré de transparence, soit enfin que cette même matière cristalline soit différemment colorée, on distingue toujours, et souvent d'une manière très-tranchée, dans l'intérieur du cristal total, celui sur lequel le dépôts cristallin s'est fait. D'ailleurs il arrive fort souvent que la déposition ne s'est pas faite complettement sur toute l'étendue de la surface des plans du cristal renfermé, et d'autres fois aussi, que la modification que la forme a éprouvée, rendant le cristal renfermant plus court que celui renfermé, ce dernier a une partie plus ou moins considérable de ses extrémités qui sort par l'extrémité de l'autre.

Dans quelques-uns des cristaux produits ainsi par superposition de matière cristalline sur un cristal déjà formé, la matière cristalline superposée, trouvant à découvert les faces du cristal primitif, s'est placée sur elles, et n'a fait que continuer, sous un même mode, ou sous un mode différent, la cristallisation qui avoit primitivement eu lieu. Telle est, par exemple, la nature du cristal de chaux carbonatée cité par Mr. Gillet de Laumont, dans le 54[me] numéro du Journal des Mines, où ce savant a donné une description parfaitement bien faite et très-interessante de la variété que j'ai représentée sous la fig. 44, pl. 4, et dont j'ai pu me procurer un morceau présentant absolument le même fait, et sous les mêmes aspects rapportés par lui. Mais, il en est un très-grand nombre d'autres, dans lesquels toute trace quelconque des plans du rhomboïde primitif

avoit disparue, avant que la superposition de la matière cristalline ait eu lieu : on ne peut en conséquence, en aucune manière, considérer dans ce cas, le résultat de la superposition de la matière cristalline sous le même rapport.

Cette observation, qui étonnera peut-être, à raison seulement de ce que le fait sur lequel elle porte est envisagé pour la première fois sous le rapport de la cristallisation, n'a cependant rien en elle qui puisse surprendre, si l'on se représente surtout que, dans la plupart des substances minérales, si ce n'est dans toutes, le cristal primitif n'est déjà lui-même qu'une forme secondaire de celle de la molécule intégrante, véritable forme primitive de la substance. Ce même fait se fait observer, non seulement dans la chaux carbonatée, où il est assez commun, mais dans un grand nombre d'autres substances : la chaux fluatée en fournit des exemples très-intéressants.

Comme rien ne vient plus à l'appui de la démonstration d'un fait neuf, que la représentation du fait lui-même, j'ai choisi, parmi les cristaux de chaux carbonatée que je possède, et qui le montrent appartiennent, de quoi former une planche qui pût permettre au lecteur de bien saisir sa nature. J'aurois pu en ajouter un grand nombre d'autres, et il est certainement bien peu de cabinets qui ne soient dans le cas d'en fournir plusieurs ; mais ce nombre, et le choix que j'ai fait des cristaux, suffit, je pense, pour donner une idée complette de ce mode de cristallisation. Afin de rendre les figures plus propres à représenter le plus sensiblement possible le fait que chacune d'elles tend à exprimer, j'ai pensé que le meilleur moyen étoit, au lieu de dessiner ces figures par le simple trait, ainsi que je l'ai fait pour tous les autres cristaux, de ne rendre par le trait que le cristal renfermant, et d'ombrer au contraire celui renfermé.

§ 183. Le cristal représenté sous la figure 678, appartient à la variété, fig. 440, pl. 28 : le prisme en est très-transparent, tandis que la pyramide est presque opaque. Sur le milieu des plans qui appartiennent au rhomboïde de la 17me modification, il existe un angle rentrant, tel que le représente la fig. 679, et, des lignes apperçues dans l'intérieur, à travers la substance du cristal, et que j'ai indi-

quées par celles ponctuées, font voir que la partie extérieure de la pyramide est composée de trois parties semblables à celle a b c d e, que l'esprit enlève très-facilement de dessus la pyramide du cristal intérieur. La première idée qui se présente, en examinant ce cristal, est que chacune de ces trois parties s'est formée sur les plans du rhomboïde primitif, et n'est rendue sensible que par quelque irrégularité survenue à la cristallisation. Ce cristal seroit alors dans le cas de celui que j'ai dit précédemment avoir été cité par mon savant ami Mr. Gillet de Laumont; mais, en l'examinant avec attention et avec le secours de la loupe, on voit distinctement, dans son intérieur, et suivant toute son étendue, un cristal semblable à celui, fig. 306, pl. 23, dont on distingue facilement les bords du prisme, ainsi que les arètes de la pyramide. Ce cristal intérieur étoit donc complet, lorsque la superposition de la matière cristalline a eu lieu sur ses plans; il n'y restoit aucune trace des plans du rhomboïde primitif: ainsi ce ne peut être sur ses plans que la cristallisation s'est continuée. Ce cristal est du Derbyshire.

§ 184. Le cristal représenté sous la fig. 680, appartient au rhomboïde lenticulaire, équiaxe de Mr. l'Abbé Haüy; mais dans lequel les pyramides sont séparées par les plans d'un prisme court fait le long des bords de la base, ou appartenant à la première modification, fig. 34, pl. 3. Ce cristal en laisse appercevoir un parfaitement semblable dans son intérieur, et dont les plans sont exactement parallèles aux siens. Le cristal intérieur est d'une transparence un peu louche; mais la partie cristalline superposée est totalement opaque, et d'un gris sale: il n'est en conséquence pas possible de distinguer le cristal intérieur au travers de sa substance; mais cette matière cristalline superposée n'a contracté qu'une foible adhérence avec celle de la surface du cristal intérieur; de sorte qu'avec quelques soins, on parvient à la détacher, et à mettre, par ce moyen, la surface de ce cristal à découvert. Comme il ne restoit, sur ce cristal, aucune trace quelconque des plans du rhomboïde primitif, ce ne peut être bien certainement que sur les plans du rhomboïde lenticulaire même que la superposition des molécules cristalline peut avoir eu lieu. Je

possède un petit groupe de cristaux de cette variété : il a un silex noir pour gangue, et est du Cumberland.

§ 185. Dans le cristal représenté sous la fig. 681, la matière cristalline superposée, en se plaçant sur les faces d'un rhomboïde complet appartenant à la 15me modification, fig. 109, pl. 8, a recouvert ces faces par celles d'un rhomboïde appartenant à la même modification, mais qui diffère du premier, en ce que l'angle solide de son sommet est remplacé par un plan perpendiculaire à l'axe ; ce qui fait que ce rhomboïde ayant son axe moins long que celui du rhomboïde intérieur, le sommet de ce dernier traverse le plan de remplacement du sommet de celui extérieur. On voit très-distinctement, au moyen de la transparence du cristal, le rhomboïde intérieur, dont les plans sont exactement parallèles à ceux du rhomboïde dû à la superposition. Sur quelques cristaux, la superposition des molécules cristallines qui forment les faces du rhomboïde extérieur, n'a pas été assez long temps continuée pour que ces faces se soient réunies entr'elles, sur les arêtes : il y reste alors un petit vide, qui y forme un angle rentrant, et dans le milieu duquel on apperçoit les arêtes du rhomboïde intérieur. Les cristaux que je posséde de cette variété viennent du Hartz.

§ 186. Je possède un cristal isolé, appartenant à la variété fig. 33, pl. 3, sur les côtés du prisme du quel il s'est fait une superposition de matière cristalline qui a augmenté la grandeur de son diamètre, sans rien changer à celle de son axe. On distingue parfaitement, dans le pourtour de ce cristal, le long des bords qui réunissent la pyramide trièdre au prisme, l'épaisseur de cette partie ajoutée, et la perfection de ce cristal est telle, qu'il ne peut rester aucun doute à l'égard de l'acte de cristallisation par lequel cet accroissement a eu lieu : il est du Cumberland.

Dans un petit groupe que je possède en outre de cristaux appartenant à cette variété, et qui vient aussi du Cumberland, la matière cristalline superposée sur les plans du prisme, au lieu d'avoir pour bornes les bords de la base de la pyramide, s'est étendue sur une partie plus ou moins considérable de ses plans ; mais

toujours cependant très-régulièrement, et elle laisse voir d'une manière très-sensible que, si la cristallisation avoit durée assez longtemps, sous le même mode, elle auroit recouvert la pyramide en totalité, et auroit conséquemment renfermé en entier le premier cristal dans le second, ainsi que cela existe sur un des cristaux de ce groupe, représenté sous la fig. 682. Dans quelques cristaux, ce recouvrement ayant pris un plus grand accroissement que dans le cristal isolé cité primitivement, et moindre que dans ce dernier, la partie des plans de la pyramide du cristal intérieur, qui n'est pas recouverte, reste indiquée, sur le cristal, par une cavité alongée, dans laquelle une ligne qui seroit tirée dans son milieu et suivant sa longueur, répondroit exactement aux petites diagonales des plans du rhomboïde de la 4me modification à laquelle appartient le sommet; ces petites diagonales, répondant, exactement elles-mêmes, aux arêtes du rhomboïde primitif, noyau du cristal intérieur. J'ai représenté cet accroissement sous la fig. 683. L'opération de la nature est d'autant plus facile à appercevoir, sur les cristaux de ce groupe, que la matière cristalline superposée est légérement colorée en gris, tandis que celle qui appartient au cristal intérieur, est incolore.

§ 187. J'ai représenté, sous la fig. 684, un cristal qui appartient à la combinaison des plans des 2me, 4me, 17me et 36me modifications, fig. 440, pl. 28, et qui laisse appercevoir, dans son intérieur, un cristal très-parfait, appartenant à la combinaison des seuls plans des 2me et 36me modifications, fig. 366, pl. 23, et sur les plans duquel la matière cristalline s'est superposée. Les plans du rhomboïde de la 4me modification, ayant fortement raccourci l'axe du cristal extérieur, celui du cristal intérieur est plus long, et l'extrémité supérieure de sa pyramide traverse, en conséquence, le sommet du cristal qui le renferme. Cette variété vient du Cumberland; parmi les cristaux que j'en possède, quelquesuns sont très-parfaits, d'autres ont au lieu des plans qui appartiennent au rhomboïde de la 17me modification, un angle rentrant, dans le milieu duquel on apperçoit quelquefois l'arête pyramidale la moins obtuse: cet angle rentrant est analogue à celui représenté sous la fig. 679. Dans d'autres

de ces cristaux, la partie de la pyramide intérieure qui sort de l'extrémité du cristal renfermant, est très-considérable, et sa longueur est souvent même de plus de la moitié de celle de la pyramide. Dans ce dernier cas, on voit, dans tout le pourtour du cristal, l'épaisseur de la matière cristalline superposée, qui est d'environ une ligne, et, comme alors les plans du rhomboïde de la 4me modification ne sont point encore formés, les bords indiquant l'épaisseur de la matière cristalline superposée, sont inclinés, et on reconnoît que leur inclinaison est celle des plans du rhomboïde de la 4me modification, dont ils sont les ébauches.

§ 188. Le cristal représenté, sous la fig. 685, est absolument le même, avec la seule différence, que les plans qui appartiennent au rhomboïde de la 4me modification sont beaucoup plus petits ; ce qui fait que le cristal intérieur est totalement renfermé dans sa substance. Je possède trois variétés différentes de ce cristal : dans l'une, les plans du rhomboïde de la 17me modification sont parfaitement formés et très-réguliers ; dans la seconde, ils forment un angle rentrant dans leur milieu ; dans la troisième, cet angle rentrant n'existe pas : mais les plans n'étant cependant pas en un contact immédiat, une ligne noire indique le point de leur réunion. Dans ces trois cristaux, celui intérieur est parfaitement distinct, et, dans l'un deux, il l'est même d'autant plus que sa surface est recouverte par un très-grand nombre de petits globules parfaitement ronds, semblables aux globules des pierres calcaires oolites ; de couleur un peu grisâtre, pour le plus grande nombre, et d'un brun foncé, pour les autres : ces globules, étant vus à travers le cristal extérieur, qui est très-transparent, dessinent très-agréablement les contours du cristal intérieur, sur les plans duquel on observe aussi quelques petites pyrites capillaires, groupées en forme d'étoile. Ces cristaux sont du Derbyshire.

§ 189. Le cristal auquel appartient la fig. 686, est tres-intéressant, par la différence qui existe entre la forme du cristal renfermé et celle de celui qui le renferme. Le premier, appartient à la 44me modification combinée avec les plans des 2me, 4me et 22me : com-

binaison que j'ai représentée sous la fig. 547, pl. 37 ; et le second, renferme les plans de la 36me modification combinés avec ceux des 2me, 11me et 14me : conséquemment les arêtes les plus obtuses du cristal extérieur, sont opposées à celles qui le sont le moins, dans le cristal intérieur, et *vice versâ*. Ce cristal qui laisse très-facilement appercevoir celui intérieur, est du Derbyshire.

§ 190. Jusqu'à présent, dans les exemples qui ont été donnés, le cristal intérieur, ainsi que celui extérieur, ont été tous les deux, soit des rhomboïdes, soit des dodécaèdres : nous allons jetter un coup-d'œil sur quelques-uns des cristaux, produits par le même mode de cristallisation, et dans lesquels le cristal intérieur étant un dodécaèdre, celui extérieur est un rhomboïde.

Le cristal représenté sous la fig. 687, appartient au rhomboïde complet de la 11me modification. Il est produit par une superposition de molécules cristallines, sur les plans du dodécaèdre pyramidal complet de la 36me modification. Les plans de ce dodécaèdre sont d'autant plus faciles à appercevoir, dans ces cristaux, qu'ils sont colorés en brun, tandis que la substance du cristal qui les renferme, est incolore et transparente. Parmi les cristaux que je possède de cette variété, qui est du Derbyshire, un d'eux est extrêmement intéressant, en ce que, la superposition, de la matière cristalline sur les faces du dodécaèdre ayant été gênée par quelqu'obstacle, une grande partie de deux des plans de l'une de ses pyramides est restée à découvert. On peut observer, par là, aux bords de la matière cristalline superposée, dans l'endroit où elle a été interrompue, des stries qui indiquent deux directions différentes, l'une parallèle aux plans du dodécaèdre, et l'autre suivant les joints naturels qui appartiennent à la chaux carbonatée. Dans d'autres cristaux, les arêtes du rhomboïde sont remplacées par des plans linéairs qui appartiennent au dodécaèdre de la 36me modification, ainsi que le représente la fig. 396, pl. 25.

§ 191. Dans le cristal représenté sous la fig. 688, le rhomboïde de la 17me modification, inverse de Mr. l'Abbé Haüy, renferme dans son intérieur, le dodécaèdre pyramidal de la 36me modifica-

tion ayant l'angle solide de son sommet remplacé par les plans du rhomboïde de la 14me, ainsi qu'il est représenté sous la fig. 457, pl. 29: cette variété est du Derbyshire. Il reste, sur quelques cristaux, un manque de réunion entre les nouveaux plans formés par la superposition de la matière cristalline sur les faces du dodécaèdre, qui est indiqué par une espèce de goutière qui règne sur le milieu des plans du rhomboïde.

§ 192. Le rhomboïde représenté sous la fig. 689, appartient à celui complet de la 13me modification: il est produit par une superposition de matière cristalline sur les plans du dodécaèdre pyramidal de la 36me modification, dont les arêtes les moins obtuses sont occupées par les plans du dodécadre de la 43me, ainsi que le représente la fig. 533, pl. 36. Parmi les cristaux que je possède de cette variété, et qui tous sont du Derbyshire, il y en a plusieurs, dans lesquels la matière cristalline superposée sur chacune des faces est parfaitement distincte, et dans lesquels les nouveaux plans auxquels elle donne naissance, ne se réunissant pas complettement entre eux sur les arêtes les moins obtuses du dodécaèdre, se terminent le long des bords des plans qui appartiennent à ceux de la 43me modification: de sorte que ces plans restent à découvert, et occupent la place des grandes diagonales des plans du rhomboïde extérieur.

§ 193. Le cristal représenté sous la figure 690, est très-intéressant. Il appartient au dodécaèdre pyramidal obtus de la 27me modification, dans lequel les deux pyramides hexaèdres sont séparées par les plans d'un prisme court, appartenant à la 2me modification, ainsi que le représente la fig. 305, pl. 19. Sur chacune des faces de ce dodécaèdre, et vers la base de la pyramide, il s'est faite une légère superposition de matière cristalline, qui n'a fait qu'y ébaucher les plans du rhomboïde de la 4me modification, ainsi que ceux du plan de remplacement du sommet du rhomboïde primitif, par un plan perpendiculaire à son axe, en augmentant en même temps et proportionnellement la longueur des plans du prisme, mais sans accroître en rien leur largeur. Dans le cristal représenté sous la

fig. 191, la cristallisation ayant eu une durée plus considérable, sous ce même mode, les nouveaux plans qui lui sont dûs, ont pris plus d'accroissement. Je possède des cristaux de cette variété sous différents degrés d'accroissement, à commencer par un d'eux, moins avancé encore que celui représenté sous la fig. 190, jusqu'à celui dans lequel il ne reste extérieurement aucune partie des plans du dodécaèdre obtus, qui sont en entier renfermés dans l'intérieur du cristal dû à la matière cristalline superposée : ce qui, ainsi que nous le verrons par la suite, dépend de l'époque de la cristallisation, sous ce nouveau mode, époque à laquelle les plans perpendiculaires à l'axe ont commencés à se former. Ils viennent du Derbyshire.

§ 194. Le cristal représenté sous la fig. 692, est aussi d'un très-grand intérêt. Il est composé de quatre cristaux formés successivement les uns sur les autres. Sa partie centrale appartient à la variété représentée sous la fig. 532ter pl. 36, que j'ai décrite avec un soin particulier, à la page 79 et suivantes de ce volume, et qui, ainsi qu'on l'a vu, est formée, quant à la pyramide, des plans du rhomboïde de la 4me modification, superposés sur ceux du rhomboïde primitif, postérieurement à la formation de ce dernier. Sur ceux des plans de ce cristal qui appartiennent à ceux pyramidaux de la 43me modification, il s'est fait une superposition de matière cristalline, qui a donné naissance aux plans du prisme de la première modification, terminé par le plan perpendiculaire à l'axe qui amène ce prisme à l'état complet ; et cela, de manière que les faces pyramidales de la 43me modification, sont totalement renfermées dans le prisme enveloppant, et que les plans supérieurs de ce prisme se terminent exactement à la naissance des plans qui appartiennent à la pyramide trièdre, et sont en même temps ceux du rhomboïde de la 4me modification. Mais la superposition de la matière cristalline ayant toujours continué malgré cette formation, le nouvel emplacement des molécules s'est borné à la partie qui répond directement aux bords terminaux des plans du prisme, et elle a continué, sous l'épaisseur d'environ une demi-ligne, la formation de ces mêmes plans; ce qui a placé, sur le cristal, trois appendices différents, qui s'élèvent sur les bords

extérieurs des faces terminales, où, réunis deux à deux, ils forment un angle rentrant de 120°, qui regarde l'intérieur du cristal. Les bords supérieurs des plans qui forment cet angle, ne sont point parallèles à ceux qui appartiennent au même prisme et se terminent aux plans perpendiculaires à l'axe ; mais la matière cristalline, superposée suivant les loix de reculement auxquelles elle étoit soumise, a donné à ces bords une inclinaison telle, que l'angle c b d d'écartement de l'un d'eux, à l'égard de celui de l'appendice voisin, est de 114°, 19′; mesure de l'angle obtus des plans du rhomboïde de la 4me modification. Or, comme il y a trois de ces angles rentrants, placés sur les bords des faces terminales de ce cristal, on conçoit facilement qu'ils seroient propres à recevoir et à encadrer exactement les angles obtus de la base des plans d'une pyramide trièdre semblable à celles qui peuvent être considérées comme composant le rhomboïde de la 4me modification. Il s'est en outre formé, à la partie supérieure de chacun de ces angles rentrants, de petits plans indiqués sur la figure par la lettre a, et qui appartiennent au rhomboïde peu aigu de la 15me modification, qui se montre fort souvent parmi les cristaux de chaux carbonatée de Stronthian en Ecosse, d'où vient cette variété. D'après cette structure, si l'on vouloit mettre à découvert, par une cassure sur ces cristaux, les plans du rhomboïde primitif, cette cassure se feroit sur l'angle saillant auquel appartient la partie la plus élevée de ces appendices, ainsi que je l'ai indiqué, sur la fig. 692, par des lignes ponctuées : le plan p o q, indiquant celui du rhomboïde primitif mis à découvert par une de ces cassures. Je possède un petit groupe de cette très-jolie et très-intéressante variété, que je dois à l'amitié de Mr. Richard Phillips.

§ 195. Dans le cristal indiqué par la fig. 693, qui appartient à la variété représentée sous la fig. 630, pl. 43, la superposition de la matière cristalline s'est faite sur la face terminale perpendiculaire à l'axe, et cette superposition a eu lieu, de manière à produire un prisme hexaèdre court, ayant le milieu de chacun de ses côtés directement placé sur l'angle des faces terminales, et dépassant ces même faces, dans tout le reste de son pourtour. Les côtés sont, en

conséquence, exactement en opposition avec les plans du prisme du cristal sur le sommet duquel il est placé, et, conséquemment aussi, en opposition avec les angles solides de la base du rhomboïde primitif, noyau du cristal inférieur. Cette variété vient du Hartz.

§ 196. Le cristal représenté enfin sous la fig. 694, appartient au rhomboïde complet de la 19me modification. Ce cristal est rendu très-intéressant par les circonstances que sa formation présente à l'observation. Cette formation a d'abord eu lieu, ainsi que le représente la fig. 694, par une superposition de matière cristalline sur les plans d'un rhomboïde semblable, mais ayant conservé des traces assez considérables des plans du rhomboïde primitif, ainsi que le représente la fig. 205, pl. 13, superposition qui a enveloppé le premier cristal par un cristal exactement semblable à lui. Une nouvelle superposition de matière cristalline est venue ensuite envelopper le tout, par un cristal appartenant encore au même rhomboïde, mais sur lequel il n'existe plus aucune trace des plans de celui primitif. Si, ainsi qu'on pourroit le présumer d'abord, la matière cristalline, ayant trouvé les plans du rhomboïde primitif à découvert, dans les cristaux qui existent maintenant dans l'intérieur de ce rhomboïde, n'avoit fait que continuer son mode ordinaire de cristallisation, en se plaçant sur ces plans, le rhomboïde auroit bien pu passer de l'état incomplet à celui complet, c'est-à-dire, que le cristal se seroit terminé ; mais cette matière cristalline n'auroit jamais pu recouvrir complettement toute la surface de ces cristaux, ainsi que le fait voir la figure 694. Ce cristal est du Derbyshire.

Parmi les groupes appartenant à ce rhomboïde, qui viennent de cette même province de l'Angleterre, on en trouve fort souvent dans lesquels les cristaux laissent appercevoir, dans l'intérieur de celui le premier formé, les plans du dodécaèdre pyramidal complet de la 45me modification ; et, dans plusieurs de ces groupes, les arêtes les plus obtuses du dodécaèdre intérieur, qui sont placées exactement au dessous de la grande diagonale des plans du rhomboïde extérieur, sont indiquées par une ligne d'un brun noirâtre foncé ; ce qui fait un fort joli effet, lorsqu'on regarde le cristal intérieur à travers la

substance de celui extérieur. D'après l'observation qui a été faite au § 181, où l'on a vu la formation d'un cristal portant cette même ligne noire sur trois de ses arêtes alternes, à raison du manque de réunion absolue, à cet endroit, des parties séparées de la matière cristalline superposée, il y a fortement à présumer que, dans ces cristaux, le dodécaèdre pyramidal intérieur de la 45me modification est déjà le résultat d'une superposition de matière cristalline, sur les faces d'un autre cristal. Je possède des cristaux dans lesquels ce dodécaèdre est recouvert par trois rhomboïdes de la 19me modification placés l'un sur l'autre, ainsi que dans la fig. 694.

§ 197. Je pourrois ajouter un grand nombre d'autres exemples de la même nature; mais ceux que je viens de donner suffisent, je pense, pour donner une idée complette de ce mode de formation, par superposition de matière cristalline sur la surface d'un cristal déja formé, et pour mettre l'observateur minéralogiste à même de le reconnoître partout où il pourroit le rencontrer, et en même temps de se rendre raison des différentes circonstances qui pourroient l'accompagner. Il me semble aussi, que ces exemples suffisent pour nous mettre à même d'établir, à l'égard de ce nouveau mode de cristallisation, les faits suivants.

1° Les cristaux déjà formés, quoique appartenant à une des formes secondaires relativement à celle de leur cristal primitif, peuvent servir de centre d'attraction, pour la matière cristalline qui vient se placer postérieurement sur eux; et, dans ce cas, ou le cristal augmente simplement en volume, en conservant exactement sa forme, ou cet accroissement lui fait en même temps changer de forme, en lui en faisant toujours cependant prendre une de celles qui sont propres à la réunion des molécules qui appartiennent à sa substance.

2° Dans ce cas, la matière cristalline qui se superpose sur les faces extérieures d'un cristal déjà formé, ne s'y place nullement par l'effet du hazard et d'une manière indifférente. Cette superposition y est soumise à des loix, et ces loix qui sont parfaitement en rapport avec celles qui régissent dans la cristallisation ordinaire, la réunion des molécules intégrantes de leur substance, procurent des résultats semblables.

3° La matière cristalline qui se superpose sur un cristal forme donc, sur l'ensemble de ses faces, un véritable cristal secondaire du premier; et, comme la formation de ce dernier a pour centre d'action le cristal sur lequel la superposition a lieu, lorsque sa formation est terminée sa figure est régulière, et chacune de ses parties est placée, soit à l'égard de la distance, soit à l'égard de son rapport avec les autres, dans une situation parfaitement symétrique, à l'égard des parties correspondantes du cristal sur lequel la superposition a lieu.

4° Ces cristaux ont leurs limites, ainsi que ceux directement formés sur le cristal primitif; limites auxquelles ils parviennent toujours, lorsque la durée de l'acte de la cristallisation, suivant ce même mode a été assez longue pour le permettre; mais dont ils s'écartent, souvent même très-fortement, suivant que cette durée a été plus ou moins insuffisante. Mais ces limites qui, dans la cristallisation faite directement sur le cristal primitif, sont déterminées, dans la chaux carbonatée, par l'inclinaison des plans des nouveaux cristaux formés, inclinaison qui fixe le point de leur rencontre avec l'axe, ces limites, dis-je, dans le cas dont il est ici question, sont déterminées par quelques-unes des parties du cristal sur lequel la superposition a lieu; ces parties étant le but que la cristallisation semble chercher à atteindre. D'après cela, la matière cristalline superposée forme de petites parties isolées les unes des autres, et n'ayant de rapport les unes avec les autres, qu'à raison des plans du cristal qui leur servent de support, si ces parties ne se réunissent pas entre elles; ou elles forment un cristal plus ou moins incomplet et présentant, soit des angles rentrants, soit des interruptions plus considérables de contiguités, suivant que ces parties se rapprochent plus ou moins du point fixé pour être celui de leur réunion.

5° Lorsqu'un cristal s'est ainsi formé, par superposition de matière cristalline sur un autre, si l'inclinaison de ses plans comporte dans son axe, qui lui est commun avec le premier, ou la même longueur, ou une longueur plus considérable que la sienne, lorsque la cristallisation est terminée, et que le nouveau cristal a atteint, par ses

plans, les limites fixées par sa forme, le cristal, sur lequel la superposition s'est faite, est renfermé en totalité dans son intérieur. Dans ce cas, si sa substance est transparente, il sera toujours possible à l'œil d'appercevoir à travers elle le cristal intérieur, et d'en saisir tous les contours : cependant, si le cristal extérieur a éprouvé une modification, ou une combinaison de modifications, qui en racourcisse l'axe, alors, ce cristal devenant lui-même plus court que celui intérieur, une partie de l'extrémité de ce dernier reste à découvert, et traverse le sommet du premier. Mais, si le cristal produit par la matière cristalline superposée est tel, que l'inclinaison de ses plans détermine une longueur moins considérable pour son axe, que n'est celle du cristal sur lequel la superposition s'est faite, le cristal extérieur, ayant atteint les limites qui lui sont fixées par celui intérieur, laisse toujours passer à travers son sommet une partie plus ou moins grande de l'extrémité du dernier, à moins que, ce dont j'ai vu quelques exemples, mais fort peu, la cristallisation du cristal, dû à la superposition, étant terminée, ne se soit ensuite continuée sur les plans même du nouveau cristal formé.

6° Lorsqu'il se fait une superposition de matière cristalline sur un cristal déjà formé, quelle que soit la partie du cristal sur laquelle se place la première molécule qui se dépose, la position de cette molécule est toujours telle, qu'elle a tous ses plans dans une direction absolument pareille à ceux de la molécule semblable, qui sert de noyau au cristal sur lequel se fait la superposition. Il en résulte, nécessairement, que la direction des joints naturels est la même sur les deux cristaux, et que, lorsque celui extérieur est soumis à une cassure, cette même cassure se continue, sous la même direction, jusqu'à la molécule centrale du cristal intérieur.

7° Le dépôts de ces premières molécules se fait toujours d'une manière parfaitement symétrique, sur les faces du cristal sur lesquelles il a lieu ; c'est-à-dire, qu'il se fait en même temps sur toutes les faces semblables, et sur un point semblablement placé dans chacune d'elles. En prenant pour exemple la chaux carbonatée, si son cristal est un dodecaèdre, il se place d'abord une molécule sur un point semblable-

ment placé dans chacune des six faces de chacune de ses deux pyramides hexaèdres, et la matière cristalline dont la déposition suit, et à laquelle chacune des premières molécules déposées sert de noyau et en même temps de centre d'attraction, reçoit telle direction dans les plans qui sont le résultat du mode d'arrangement des molécules entre elles, que les six petits systèmes particuliers, placés sur ces six faces, finissent par n'en plus former que trois: ces six systèmes se divisant en trois couples, dans chacune desquelles les plans semblablement placés sont sur un même plan, et n'en forment plus qu'un seul lorsque les deux parties dont chaque couple est formée, se réunissent.

8° Les premières molécules une fois placées, sur les faces du cristal sur lequel se fait la superposition de la matière cristalline, elles agissent par l'attraction de cristallisation, et selon ses loix, sur les molécules qui suivent, ainsi que la molécule du cristal primitif agit, dans la formation des cristaux auxquels elle sert de noyau; avec cette distinction cependant, que les molécules qui se placent les premières, ne présentant de libre que quelques-uns de leurs plans, celles qui suivent n'ont d'attraction à laquelle elle puissent céder, que celle exercée sur elles par les plans libres de ces molécules; ce qui ne produit que des parties isolées de cristaux, qui ne donnent une forme déterminée au cristal qu'elles tendent à former, que lors de leur complette réunion entre elles. Mais les molécules qui viennent se placer sur ces plans libres, étant soumises aux mêmes loix de l'attraction que celles qui se placent directement sur le cristal primitif, deviennent, en conséquence, propres à donner naissance aux mêmes modifications. Cependant, les plans du cristal sur lesquels se fait la superposition, ne sont pas nuls à l'égard de la formation du nouveau cristal: outre que, par leur attraction, ils déterminent la position, sur eux, des premières molécules qui se déposent, ils entrent pour beaucoup aussi, par l'attraction des molécules de leur surface, dans la détermination de la marche du cristal secondaire, et dans la fixation de ses limites.

DÉTERMINATION DU CRISTAL PRIMITIF DE

L'ARRAGONITE

ET DE SES MODIFICATIONS.

§ 198. Avant de nous occuper de la détermination des modifications de cette substance, il est absolument nécessaire d'assurer la forme de son cristal primitif. L'arragonite n'offre pas à cette détermination les mêmes ressources, dans le clivage, que la chaux carbonatée, puisque, des trois directions différentes qui appartiennent au prisme tetraèdre, la plus simple des formes sous lesquelles cette substance se présente, deux seulement, celles longitudinales, s'y soumettent. Ce clivage se fait en effet suivant la direction des plans d'un prisme tétraèdre rhomboïdal, d'environ 117° et 63°, et il ne peut être effectué, en aucune manière, sur la troisième direction, celle à laquelle appartiennent les faces terminales de ce prisme. Cependant il est nécessaire de connoître cette troisième direction, pour parvenir à établir, d'une manière assurée, la forme et les dimensions de son cristal primitif. Il faut donc chercher, si les cristaux de cette substance n'offrent pas d'autres moyens, pour parvenir à cette détermination.

Les faces terminales inconnues du prisme tétraèdre primitif de l'arragonite peuvent être, soit perpendiculaires à l'axe, soit inclinées sur lui. Dans le cas où elles seroient inclinées, cette inclinaison pourroit être telle que, par sa nature, ainsi que par l'égalité ou l'inégalité des côtés entre eux, le prisme, cristal primitif, devînt, soit un rhomboïde parfait, soit simplement un prisme tétraèdre rhomboïdal à bases plus ou moins inclinées. S'il étoit un rhomboïde parfait, tout dans cette forme étant symétrique, il seroit fortement à présumer que les reculements auxquels ce rhomboïde seroit soumis, auroient lieu d'une manière symétrique aussi. En jettant un coup

d'œil sur les variétés de formes que présente cette substance, telles que, par exemple, celles, fig. 3, 5 et 8 de la planche 49, j'observe que, dans la supposition où son cristal primitif seroit un rhomboïde, quatre des six angles saillants de la base de ce rhomboïde éprouveroient, dans chacune de ces variétés, un remplacement par reculement des lames de la cristallisation, tandis que les deux autres n'en éprouveroient aucun; ce qui suffit d'abord pour me faire présumer que le cristal primitif n'appartient probablement pas au rhomboïde. Si je continue cette même observation, sur toutes les autres variétés, telles que celles pyramidales représentées depuis la fig. 29, pl. 51, jusqu'à celle 48, pl. 52; remarquant de même, qu'en supposant, pour chacune d'elles, un rhomboïde pour cristal primitif, ce rhomboïde, pour parvenir, à leur formation, n'éprouveroit, soit à ses angles, soit à ses bords, que des reculements qui n'auroient constamment aucun rapport avec la symétrie qui existe entre les angles et les bords du rhomboïde, cette présomption acquiert pour moi l'équivalent de la certitude.

Rien d'ailleurs ne tend à faire penser que les faces terminales du prisme tétraèdre rhomboïdal primitif de l'arragonite puissent être inclinées sur son axe : tous les plans qui terminent les cristaux prismatiques de cette substance, se montrent au contraire perpendiculaires sur elle. Bien plus, si l'on examine avec attention les cristaux de l'arragonite, on appercevra, sur les côtés du prisme de quelques-uns d'eux, de légères stries transversales, et on remarquera, en même temps, que les plans qu'on supposeroit passer par ces stries, seroient perpendiculaires à l'axe : lorsqu'il existe quelques compressions sur ces côtés, bien souvent alors ces stries se laissent appercevoir plus facilement. Tout tend donc à faire présumer que la direction des faces terminales du prisme tétraèdre rhomboïdal primitif de l'arragonite, est perpendiculaire à l'axe de ce prisme : nous verrons, par la suite, que le calcul auquel ce cristal sert de base, achève de le démontrer.

§ 199. Avant de passer à d'autres recherches, il est nécessaire d'établir exactement la mesure des angles de ce prisme, c'est à dire,

l'inclinaison respective de ses côtés entre eux. Ces angles pris avec le goniomètre, aussi exactement qu'il est possible, indiquent environ 63°, pour la mesure de celui aigu, et environ 117°, pour celle de celui obtus. Observant maintenant, que les agrégations régulières, par une pénétration apparente des cristaux prismatiques de cette substance, représentées par les fig. 13, 14 et 20, 15 et 21, pl. 49 et 50, sont, ainsi que cela a toujours lieu dans les cas semblables, le résultat d'un reculement des lames de la cristallisation, le long des bords, soit obtus, soit aigus, de ces prismes, et que l'un de ces reculements, celui de l'agrégation, fig. 14, a pour caractère essentiel de changer les angles d'environ 63° et 117°, de ces mêmes prismes, en angles de 60° et 120°, pour l'agrégation représentée sous la fig. 14, et en angles de 90°, pour celle représentée sous la fig. 20, je sens que je possède, par ces deux seuls faits, les moyens suffisants pour déterminer, d'une manière positive, la mesure de ces angles. Pour y procéder, j'observe d'abord que, dans l'agrégation de la fig. 20, la direction des nouveaux plans produits par le reculement qui préside à la réunion des cristaux, est donnée par une perpendiculaire qui tombe, d'un des angles obtus des faces terminales, sur un des deux côtés de l'angle qui lui est opposé. Ainsi, si la fig. 2, pl. 69, représente la face terminale d'un cristal semblable à celui primitif, mais déjà composé de la réunion d'un grand nombre de ces cristaux, la perpendiculaire AZ, tirée de l'angle obtus A sur le côté CD, sera la direction du plan produit par le reculement.

Cela posé, soit tracé, fig. 3, un angle ICM de 63°, dont les côtés soient indéfinis: cet angle représentera celui aigu ACD ou ABD des faces terminales du cristal primitif, fig. 1. Ces faces terminales étant des rhombes, et ayant par conséquent leurs côtés égaux, si l'on porte, sur les côtés de cet angle, un nombre indéterminé de parties égales, ces divisions pourront être considérées comme les bords des faces terminales des molécules dont la face terminale du cristal primitif est composée, ainsi que le fait voir très-distinctement la fig. 1. Maintenant du point C, sommet de l'angle construit, et extrémité de la ligne CM, soit élevée la perpendiculaire CO, et soit ensuite

menée à cette perpendiculaire, une parallèle AZ, de manière qu'elle tombe exactement, ou le plus exactement qu'il est possible, sur une des divisions de chacun des côtés de l'angle ICM. Cette perpendiculaire représentera la direction, sur les faces terminales, du plan de reculement qui a lieu le long des bords aigus du prisme, et le nombre de divisions de chacun des côtés compris entre le sommet de l'angle et cette perpendiculaire, indiquera le nombre de molécules que ce reculement, qui est intermédiaire sur les faces terminales, prend sur chacun des côtés qui renferment cet angle.

Comme il y a ici 5 molécules de prises, sur le côté sur lequel s'élève la perpendiculaire, et 11 sur l'autre, il y aura, dans le triangle CAZ, deux côtés connus, et l'angle droit AZC : il sera donc très-facile de déterminer la valeur de l'angle ACZ qui, lorsque le triangle sera résolu, sera trouvée de 62°, 58′; ainsi le reculement qui préside à l'agrégation qui appartient à la cinquième modification du tableau, est fait le long des bords aigus du prisme tétraèdre rhomboïdal primitif, et ce reculement, qui est intermédiaire sur les faces terminales, a une direction telle, qu'il prend 5 molécules sur un des bords des angles aigus de ces mêmes faces, et 11 sur l'autre.

§ 200. Ayant un second reculement semblable, et fait le long des bords obtus, dans l'agrégation qui appartient aux fig. 14 et 15, pl. 49, je puis vérifier l'exactitude du précédent, par celle avec laquelle le calcul parviendra à la déterminer, en partant des données qui ont été fixées par cette première détermination.

Pour cela, soit ABCD, fig. 4, pl. 69, le rhombe de 62°, 58′, et 117°, 2′, de la face terminale du cristal primitif, et BECF, celui de 60° et 120°, dû au reculement qui préside à l'agrégation. Puisque l'angle EBF est de 60°, celui GBD, qui est égal à la moitié de la différence 2°, 58′, qui existe entre lui et l'angle ABD de 62°, 58′, sera de 1°, 29′. L'angle BDG étant de 117°, 2′, celui BGD, qui est supplément de la somme 118°, 31′, produite par la réunion de cet angle BDG avec celui GBD de 1°, 29′, sera de 61°, 29′. Cela posé, si, d'un point quelconque D de la ligne CM, fig. 3, on tire la ligne indéfinie DP, parallèle à la ligne CI qui fait avec celle CM un

angle de 62°, 58′, ou de manière à ce que cette ligne DP fasse avec celle DC un angle PDC de 117°, 2′, cet angle représentera celui obtus des faces terminales du cristal primitif, fig. 1: par le même point D, soit menée ensuite la ligne indéfinie DR, qui fasse avec la ligne CM, un angle RDM égal à celui GBD de 61°, 29′, fig. 4, cette ligne représentera la direction du plan de reculement. Soit ensuite porté, sur la ligne DP, un nombre indéterminé de parties égales à celles dans lesquelles la ligne CD est divisée : on observera si, en menant, au delà du point D, une parallèle à la ligne DR, cette parallèle tomberoit à la fois sur une des divisions de chacune des lignes CD et DP. Ayant observé qu'elle tombe en effet aux points Y et X, sur deux de ces divisions, je tire la ligne YX: pour vérifier maintenant si cette ligne, qui prendroit une molécule sur un des côtés de l'angle obtus des faces terminales, et 34 sur l'autre, est en effet la véritable direction du plan produit par le reculement, je résous le triangle YXD, dont l'angle D avoit été fixé, par le calcul de la modification précédente, à 117°, 2′, et dont les côtés YD et DX sont entre eux dans le rapport de 1 à 34,. et je trouve qu'en effet l'angle XYD est exactement de 61°, 29′, ainsi que nous avons vu ce devoit être sa mesure.

L'exactitude avec laquelle le calcul donne ce dernier reculement, d'après les données fournies par le premier, en démontre parfaitement la justesse. Ainsi le reculement qui préside à l'agrégation de la quatrième modification, a lieu le long des bords obtus du cristal primitif ; est intermédiaire sur les faces terminales ; et la direction du nouveau plan produit est telle que, tandis qu'il prend une molécule sur l'un des bords des faces adjacentes aux angles obtus, il en prend 34 sur l'autre.

§ 201. Connoissant les angles que forment entre eux, par leur incidence, les côtés du prisme tétraèdre rhomboidal primitif, qui sont les mêmes que ceux que forment entre eux les bords des faces terminales, il est très-facile de déterminer le rapport entre elles des diagonales de ces mêmes faces, ainsi que celui qui existe entre ces diagonales et leurs bords. Pour cela, le plan rhombe BACD, fig. 2, représentant la face terminale, soient tirées les deux diagonales.

BC et AD : elles se couperont à angle droit. Soit supposée la plus grande diagonale BC égale à 24 : sa moitié BE sera égale à 12. Je connoîtrai donc, dans le triangle rectangle AEB, les trois angles et le côté BE, et parviendrai facilement à connoître le côté AE, moitié de la petite diagonale, que je trouverai de 7,35 : cette petite diagonale sera donc de 14, 7: ainsi la grande diagonale est à la petite, comme 24 est à 14, 7, ou comme 8 est à 4, 9. La résolution du même triangle me donnera la valeur du bord AB de la face terminale, que je trouverai de 4, 6, la grande diagonale étant 8, ainsi que dans le rapport simplifié précédent.

§ 202. Il ne reste donc plus, maintenant, pour connoître les dimensions exactes de la molécule de cristallisation, ou cristal primitif, que de déterminer sa hauteur, qui, le prisme étant droit, est égale à ses bords. Aucune observation particulière ne conduisant à cette détermination, on ne peut y parvenir que par les diverses inclinaisons respectives des plans qui se montrent en remplacement, soit des angles saillants du prisme tétraèdre, soit des bords de ses faces terminales. Comme nous avons vu que ce prisme éprouvoit trois différents remplacements de ses angles saillants, représentés sous les fig. 5, 6 et 7, pl. 69, nous pouvons nous servir très-avantageusement d'eux, pour déterminer la hauteur de cette molécule.

Avec un peu d'habitude en cristallographie, on parvient à juger assez bien, parmi les plans dûs à différents remplacements, soit des angles, soit des bords d'un cristal, ceux qui peuvent être le résultat du reculement le plus simple de tous, celui par une seule rangée. Parmi les plans de remplacement des angles saillants aigus des variétés, fig. 5, 6 et 7, qui répondent à celles 5, 3 et 8, pl. 49, il est, par exemple, très-probable que ceux qui appartiennent à la fig. 5, sont dans ce cas. Arrêtons nous à cette opinion : la détermination des reculements qui appartiennent aux plans des deux autres variétés, nous fera facilement appercevoir si elle est fausse. Avant de procéder à cette détermination, je crois devoir rappeller, ainsi qu'il a été démontré, au § 91 de la partie théorique de la cristallographie, que le reculement qui a

lieu par rangées de molécules aux faces quadrangulaires des cristaux, n'est en réalité qu'un reculement par la moitié de la diagonale qui aboutit à l'angle où il a lieu; ce qu'on peut observer de nouveau, sur la fig. 1, dans laquelle ceux par une et par deux rangées, à l'angle ABD, sont indiqués par des lignes plus fortes, et les bornes de ces mêmes reculements, par les lettres r s et t v.

Soit supposée la molécule de cristallisation divisée en deux, suivant la grande diagonale de ses faces terminales, représentée par le prisme trièdre BACHOF, fig. 8. Du point E, milieu de la ligne BC représentant cette grande diagonale, soit élevée la perpendiculaire indéfinie EQ; soit ensuite pris, avec le plus d'exactitude qu'il est possible, l'angle IST, fig. 5, que forme, avec la face terminale, le plan de remplacement IS: cet angle se montrera être de 125°, 15', pour sa véritable mesure (je dirai, plus bas, comment je me suis fixé déterminément à cette mesure). Tirant maintenant la ligne IP, qui réunit les plans de remplacement des deux angles aigus opposés; cette ligne sera parallèle à la face terminale: les deux angles S et T, du trapèze ISTP, seront égaux entre eux, ainsi que les deux autres I et P: l'angle I est donc supplément de celui S, qui est de 125°, 15', et est par conséquent de 54°, 45': or cet angle I est celui d'inclinaison du plan de remplacement sur les faces terminales du cristal primitif. Cela posé, par l'extrémité de la grande diagonale, fig. 8, soit tirée la droite BG, faisant avec celle BC, l'angle CBG de 54°, 45', et prolongée jusqu'à ce qu'elle rencontre, à un point quelconque G, la perpendiculaire FQ. La ligne BG représentera le bord du plan de remplacement, et celle EG représentera le bord de la molécule, et par conséquent aussi sa hauteur; de sorte que, si on prolonge la diagonale BC, d'une quantité CM égale à sa moitié EC, qu'on élève ensuite, à son extrémité M, une perpendiculaire ML égale à EC, et qu'on tire la ligne GL, cette ligne représentera la grande diagonale de la molécule de superposition GKLMNE, placée en reculement d'une rangée, ou d'une demie grande diagonale, à l'angle aigu des faces terminales du prisme tétraèdre rhomboïdal primitif. Pour connoître la hauteur EG de la molécule, il ne s'agit

donc que de résoudre le triangle rectangle BEG, dont on connoit tous les angles, et le côté BE, moitié de la grande diagonale qui, d'après notre première supposition, qui a fixé la grande diagonale à 8, sera de 4 : le côté EG sera trouvé, en conséquence, de 5,66. Ainsi, si en effet le plan de remplacement de la variété, fig. 5, est dû au reculement par une simple rangée à l'angle aigu des faces terminales du prisme tétraèdre rhomboïdal primitif, la grande diagonale de ces faces terminales sera au bord ou à la hauteur du prisme, dans le rapport de 8 à 5,66, et ces bords seront à ceux des faces terminales, dans le rapport de 5,66 à 4,69.

§ 203. Si donc, ainsi que nous l'avons fait, pour nous diriger dans la détermination des reculements ou des modifications de la chaux carbonatée, on construit le tableau, fig. 9, de manière à ce que la ligne IA soit perpendiculaire sur celle ID, et que l'on divise ces deux lignes, de manière que les divisions IF, FQ, &c. de l'une d'elles, soient à celles IG, GR, &c. de l'autre, dans le rapport de 4 à 5,66, ces lignes indiqueront, la première, la réunion de toutes les moitiés des grandes diagonales des molécules, et la seconde, celle des hauteurs. D'après cela, si par le point I, extrémité de la première demi-grande diagonale, et par celui S, extrémité de la hauteur de la première molécule de superposition, on tire la droite IS, cette droite représentera le bord de la nouvelle face produite par le reeulement ayant lieu par une simple rangée en largeur sur une seule lame de hauteur : en supposant toujours que ce reculement soit celui auquel appartiennent les plans additionnels, ou de remplacement, placés aux angles aigus de la variété, fig. 5.

§ 204. Cherchons maintenant à déterminer, toujours d'après cette même supposition, les deux autres reculements, et commençons par celui de la variété, fig. 6. Après avoir mesuré, aussi exactement qu'il est possible, l'angle IBE, formé par l'incidence du plan de remplacement sur la face terminale, et trouvé cet angle entre 144° et 145°, mais plus près cependant de 145°, je consulte le tableau, fig. 9, qui m'indique, pour cette incidence, un reculement par deux rangées en largeur, sur une seule lame de hauteur IBT. Je résous en con-

séquence le triangle rectangle mensurateur IQB, dans lequel je connois l'angle droit Q, ainsi que les deux côtés qui le renferment IQ et QB, et trouve l'angle IBQ de 54°, 43': lui ajoutant l'angle droit QBT, l'angle IBT, produit par leur somme, se montre être de 144°, 43', et est conséquemment parfaitement en rapport avec la mesure qui avoit été prise sur le cristal. L'angle OBT d'inclinaison du nouveau plan sur la face terminale, qui est de 180° moins cet angle de 144°, 43', est donc de 35°, 17': en le doublant, et retranchant la somme, 70°, 34', de 180°, on a 109°, 26', pour la mesure de l'angle BOH que forment, par leur rencontre au sommet du cristal, les nouvelles faces, lorsque la cristallisation a eu une durée suffisante sous ce même mode.

§ 205. Pour déterminer enfin la nature du reculement qui donne les plans de remplacement des angles aigus de la variété, fig. 7. Prenant, avec beaucoup de soin, la mesure de l'angle IXY, que forme ce plan avec la face terminale, je trouve que sa mesure est entre l'angle de 109°, et celui de 110°: le tableau, fig. 9, étant alors consulté, indique, pour le reculement qui peut avoir produit ce plan, celui donné par l'angle IXY qui a lieu par une molécule en largeur, sur deux lames de hauteur. Résolvant, en conséquence, le triangle rectangle mensurateur IFY, dans lequel je connois l'angle droit F, et les deux côtés FI et FY qui le renferment, je détermine la valeur de l'angle IXF, que je trouve de 19°, 28': ajoutant, à cet angle, celui FXY de 90°, la somme 109°, 28', sera la mesure de l'angle IXY; ce qui est encore parfaitement d'accord avec la mesure que cet angle, pris sur le cristal même avoit indiqué. Retranchant cet angle de celui de 180°, le reste 70°, 32', est la mesure de l'angle NXY, inclinaison des nouveaux plans sur les faces terminales: doublant cet angle, et retranchant la somme 141°, 4', de 180°, le reste 38°, 56', est la mesure de l'angle que forment, par leur rencontre au sommet du cristal, les nouvelles faces, lorsque la cristallisation a eu une durée suffisante sous ce même mode.

Il est donc aussi démontré que la chose peut l'être, que, dans l'arragonite, la modification qui appartient à la fig. 5, est le ré-

sultat d'un reculement, aux angles aigus des faces terminales du prisme tétraèdre rhomboïdal primitif, par une simple rangée en largeur ; la modification qui appartient à la fig. 6, celui d'un reculement par deux rangées : et celle qui appartient à la fig. 7, le résultat d'un reculement, toujours aux mêmes angles aigus, par une simple rangée en largeur, sur deux lames de hauteur.

§ 206. Je dois cependant observer, qu'on seroit parvenu de même à des résultats satisfaisants, si, au lieu de considérer le reculement par une simple rangée, donné par la variété, fig. 5, on l'avoit considéré comme donné par la variété, fig. 6, reculement indiqué sur le tableau, fig. 9, par l'angle IBT, et qu'on eût fait ensuite, de ce reculement, la base de la détermination des autres. La hauteur de la molécule auroit alors été réduite à la moitié exacte 2, 83, de celle qui a été trouvée précédemment ; car, si par les points G et M, indiquant la moitié de chacune des divisions en hauteur, on mène des parallèles à la ligne I D, sur laquelle sont placées les divisions par demi-diagonales, l'angle IB′E indique le reculement par une simple rangée ; mais, à cause des parallèles, l'angle IB′E est égal à celui IBT, qui alors indique un reculement par deux rangées en largeur, sur deux lames de hauteur, lequel équivaut en effet à celui par une simple rangée. Dans ce cas, le reculement qui appartient à la variété fig. 5, et qui avoit été considéré comme produit par une simple rangée, appartiendroit à un reculement par une rangée en largeur, sur deux lames de hauteur, et celui qui appartiendroit à la variété fig. 7, auroit lieu par une rangée en largeur, sur 4 lames de hauteur. Mais, outre que cette manière d'envisager ces reculements seroit moins naturelle, la détermination des variétés pyramidales, dont nous nous occuperons bientôt, vient de nouveau démontrer la vérité de la première. C'est ainsi que, lorsqu'une substance est sujette à éprouver nombre de modifications différentes, elles se servent réciproquement de vérification les unes aux autres.

§ 207. Les mesures, prises avec l'instrument ne sont pas assez précises, pour que le résultat que je viens de donner ait été obtenu

directement et dans l'instant même, d'après la simple mesure de l'angle d'incidence du plan de remplacement des angles aigus de la variété fig. 5, sur la face terminale du prisme. Ainsi que je l'ai déjà dit, § 105 et 178, de la partie théorique et pratique de la cristallisation, les mesures prises avec le goniomètre ne peuvent porter avec elles cette exactitude si nécessaire à obtenir, et à laquelle le calcul seul peut parvenir. On peut généralement considérer la latitude de l'erreur qu'on peut commettre avec cet instrument, lors surtout que les cristaux sont très-petits, et que leurs faces ne sont pas bien nettes, à un quart de dégré et même souvent plus, au dessus ou au dessous du point fixé auquel il seroit nécessaire de s'arrêter. Aussi est-il infiniment probable, qu'ayant fixé, par exemple, dans la variété, fig. 5, l'angle d'incidence du plan de reculement avec la face terminale, et considéré ce reculement comme produit par une simple rangée, la fixation des deux autres, par son moyen, ne répond pas exactement à ce qu'indiquent les mesures prises sur les cristaux ; alors, avec un peu d'habitude, on apperçoit bientôt, sur le tableau, fig. 9, construit d'après cet angle d'incidence, et en tirant les lignes qui appartiennent aux directions des autres reculements, ce qui est très-facile, en tirant les lignes IB et IX, de manière à ce qu'elles fassent, avec celle ID, des angles égaux à ceux BIT et XIZ des fig. 6 et 7, on apperçoit, bientôt dis-je, si, en altérant les mesures du premier angle qu'on avoit pris pour point d'appui, et cela sans outre passer les bornes de l'incertitude que portent avec elles les mesures prises avec l'instrument, on a l'espoir d'obtenir une concordance exacte, entre tous ces angles et ceux indiqués par les reculements. Il faut observer en outre, si quelqu'un des autres reculements ne conviendroit pas mieux, pour servir de base, étant plus naturellement dans le cas d'être regardé comme celui le plus simple. Il faut enfin observer encore, si, aucun des reculements ne pouvant être considéré comme celui le plus simple, ou fait par une seule rangée en largeur, on ne pourroit pas, par leur moyen, parvenir à déterminer ce dernier. On est bien souvent étonné de la parfaite exactitude à laquelle on arrive en très-peu de temps, par l'emploi de ces moyens.

Pour donner un exemple de ce qui vient d'être dit, je suppose que, dans le cas présent, ou il s'agit de la détermination de la hauteur de la molécule, je ne connoisse pas le reculement simple IST, fig. 5 et 9, n'ayant point encore rencontré le cristal qui appartient à la variété, fig. 5. Je suppose aussi, qu'en outre des reculements qui appartiennent aux variétés fig. 6 et 7, je possède un cristal qui en montre un intermédiaire. Après avoir pris l'angle d'incidence des plans de remplacement de ces trois variétés, sur les faces terminales, et trouvé cet angle entre 144° et 145°, pour la variété, fig. 6, entre 109° et 110°, pour celle fig. 7, et d'environ 115°, pour celle intermédiaire, je retranche chacun de ces angles de 180°, pour avoir celui d'incidence de chacun de ces plans avec les faces terminales: ce qui me donne, pour cet angle, environ 35°, 30′, pour la variété fig. 6, 70°, 30′, pour celle fig. 7, et environ 65°, pour celle intermédiaire. Cela posé, ayant tracé l'angle droit AID, fig. 12, dont les côtés sont indéfinis, et porté, sur le côté ID, un certain nombre de parties IF, FQ, QO, &c. égales à la moitié de la grande diagonale du prisme tétraèdre rhomboïdal; par les points de division F, Q, O, &c. j'élève les perpendiculaires indéfinies FX, QK, OL, &c. après quoi, par le point I, sommet de l'angle droit, je tire les lignes IB′, IX et IK, faisant avec le côté ID de l'angle droit, qui représente la direction de la grande diagonale de la face rhomboïdale du prisme tetraèdre, des angles de 35°, 30′, 70°, 30′ et 65°; et je prolonge ces lignes indéfiniment: par les points B′, R et X, où ces lignes rencontrent la première perpendiculaire, je mène des parallèles indéfinies à la ligne ID. Maintenant, si je fais B′S égal à BF, et tire la ligne ST, j'observe que la hauteur FB′ n'est nullement partie aliquote de celle FR; mais qu'elle est sensiblement le quart de celle FX, et, par conséquent, que la ligne FS est la moitié de la même ligne FR. Je reconnois, en même temps, que la hauteur QB, exactement le double de celle FB′, est sensiblement égale aux lignes BP et PK: l'une de ces deux lignes FB′ et QB, est donc véritablement la hauteur de la molécule. Toute les probabilités, ainsi que la simplicité, étant en faveur de la hauteur QB ou FS, qui rend le plan de rem-

placement I B′ le résultat d'un reculement par deux rangées en largeur, sur une seule lame en hauteur, j'adopte cette hauteur pour celle de la molécule. J'ai dit, il y a un moment, comment je parviendrois ensuite à fixer déterminément la mesure exacte ISB de l'angle d'incidence du plan dû à ce reculement, sur la face terminale.

§ 208. J'ai dit aussi, à l'article qui concerne la description de l'arragonite et de ses formes cristallines, qu'il y avoit dans cette substance un reculement possible, par lequel le cristal primitif pouvoit passer à un prisme tétraèdre rhomboïdal, absolument de la même dimension que le vide D′ADC, fig. 10, pl. 70, qui reste au milieu de l'agrégation des quatre prismes, d'où résulte un de ceux hexaèdres de la variété d'Arragon; vide dont les parois forment un prisme rhomboïdal parfait, ayant ses bords obtus de 125°, 56′, et ceux aigus de 54°, 4′. La justesse avec laquelle nous allons voir que le calcul arrive à cette même mesure, est une nouvelle preuve de l'exactitude qui existe dans la détermination des angles d'incidence des côtés du prisme entre eux. Pour procéder à ce calcul, soit le rhombe BACD, fig. 11, pl. 70, représentant la face terminale du prisme tétraèdre primitif, et celui ponctué BECF, le rhombe de 125°, 56′, et 54°, 4′, l'angle ABD étant de 62°, 58′, et celui EBF étant de 54°, 4′, leur différence sera de 8°, 54′, et les deux angles ABK et GBD, qui composent cette différence, étant égaux, chacun d'eux sera de 4°, 27′. L'angle BGD, supplément de la somme de ceux GBD de 4° 27′, et BDG de 117°, 2′, somme qui est de 121°, 29′, est donc de 58°, 31′. Cela posé, élevant, du point D, sommet de l'angle de 117°, 2′, fig. 3, la ligne DN faisant avec celle DM, l'angle de 58°, 31′, et lui menant ensuite une parallèle qui rencontre exactement un des points de division de chacune des lignes CD et DP, j'observe que cette parallèle YF tombe sur la première division de la ligne CD, et sur la 11me de celle DP. Résolvant ensuite le triangle YFD, dont je connois l'angle D de 117°, 2′, et les deux côtés DY et DF, je reconnois que l'angle FYD est en réalité de 58°, 31′: ainsi le décroissement qui seroit intermédiaire aux angles obtus, et

prendroit une molécule sur un des côtés de ces angles, tandis qu'il en prendroit 11 sur l'autre, donneroit en effet naissance à un prisme tétraèdre rhomboïdal, dont les dimensions seroient de 125°, 56', pour les bords obtus, et de 54°, 4', pour ceux aigus, mesures qui sont exactement les mêmes que celles qui appartiennent à la cavité rhomboïdale, placée au centre de l'agrégation, représentée sous la fig. 10.

§ 209. Passons maintenant à la détermination des variétés de l'arragonite qui se rencontrent, soit dans les basaltes volcaniques, soit dans les roches basaltiques, soit dans les filons, et principalement dans ceux des mines de fer oxidé. Celle de ces variétés qui se rencontre le plus fréquemment, dans les basaltes volcaniques, ainsi que dans les roches basaltiques, est le prisme hexaèdre qui appartient à la sixième des modifications, décrites dans la description des cristaux de cette substance.

Pour parvenir à cette détermination, soit, fig. 13, pl. 70, BADCFEIH le prisme tétraèdre rhomboïdal primitif, sur lequel est indiquée la formation du prisme hexaèdre, et dans lequel les angles KMC et AOR, pris avec l'instrument sur le cristal, paroissent être plus petits que l'angle de 128°, mais très-voisins de cet angle. Pour connoître leur véritable mesure, et en même temps la véritable direction du bord KM du plan de reculement, qui se montre ici intermédiaire, aux angles aigus des faces terminales, du point C, sommet de l'angle ICM, fig. 3, pl. 69, qui représente l'angle aigu des faces terminales, soit tirée la ligne CT, qui fasse avec celle CM un angle d'environ 120°; soit ensuite, menée une parallèle à cette ligne, dans l'intérieur de l'angle ICM, jusqu'à ce qu'elle tombe exactement, ou à peu près exactement, sur un des points de division de chacune des lignes CM et CI: les deux points S et D remplissant cette condition, soit tirée la ligne SD, on reconnoit alors que cette ligne, qui est celle qui termine le plan dû au reculement, prend, dans sa direction, 8 divisions ou molécules sur la ligne CM, tandis qu'elle n'en prend que 7 sur celle CI. Résolvant alors le triangle mensurateur CSD, dans lequel on connoit l'angle C, et les côtés CS et CD qui le renferment, on trouve 52°,

18′, pour mesure de l'angle CDS, et par conséquent 127°, 42′, pour celle de l'angle CDM, qui est son supplément, et est égal à l'angle KMC du prisme hexaèdre, fig. 13. La résolution du même triangle CDS, fig. 3, donne 64°, 44′, pour mesure de l'angle CSD, et par conséquent 115°, 16′, pour celle de son supplément DSL, angle qui est le même que celui MKA du prisme hexaèdre, fig. 13: et cet angle, ainsi que celui CDM, répondent parfaitement aux mesures qui en avoient été prises sur le cristal. Ainsi les côtés de ce prisme hexaèdre se rencontrent sous deux angles de 127°, 42′, deux autres de 115°, 16′, et les deux derniers, qui appartiennent au prisme tétraèdre primitif, de 117°, 2′; et ce prisme est le résultat d'un reculement qui, dans sa direction, prend 8 molécules sur un des côtés des angles aigus des faces terminales, et 7 sur l'autre.

Il est peut être utile de dire ici que, si la parallèle à la ligne CT, fig. 3, pl. 69, ne pouvoit rencontrer à la fois un des points de division de chacun des côtés de l'angle ICM, ce seroit une preuve que l'angle qu'on auroit pris, sur le cristal, seroit faux; et peut-être l'est-il aussi d'ajouter que, pour faciliter la justesse de l'opération, les parties de division des côtés CI et CM doivent être un peu grandes.

§ 210. On seroit parvenu aux mêmes résultats, si l'on avoit voulu déterminer la nature du reculement le long des bords aigus du prisme; ce qui, ainsi qu'on va le voir, auroit été une opération aussi courte et aussi simple.

Cependant, avant de construire le tableau propre à déterminer ce genre de reculement, je crois devoir tracer sous la fig. 14, pl. 70, un reculement analogue, mais fait par une simple rangée de molécules. La partie RASTU de cette figure représentant la réunion des prismes superposés en reculement, on voit que la direction du nouveau plan produit par ce reculement, est indiquée par la ligne RS tirée du bord aigu du cristal sur celui SX de la dernière molécule ou rangée de molécules superposées, de manière à ce qu'elle soit perpendiculaire sur les deux. D'après cela, soit tracé un angle DAC, de 117°, 2′, fig. 15, pl. 71, dont les côtés soient indéfinis:

les bords AR et RP ou PZ, fig. 14, étant égaux, soit porté un nombre indéterminé de parties égales, à partir du point A, sur les lignes AC et AD; et par chacun des points de division de ces lignes, soient menées des parallèles à celles AC et AD. D'après ce qui a souvent été dit, dans ce qui a précédé, à l'égard de la construction de ces tableaux, les divisions de celui-ci, prises parallèlement à la ligne AC, représenteront la largeur des molécules prises sur les côtés du prisme tétraèdre rhomboïdal, et celles parallèles à la ligne AD en représenteront la hauteur. Ainsi, après avoir mesuré l'angle KMC, fig. 13, formé par l'inclinaison des nouveaux plans sur les côtés du prisme, et trouvé sa mesure d'environ 128°, et plutôt légérement au dessous qu'au dessus, si je cherche quel peut être le point de division de ce tableau, ou la ligne qui, en partant du point A, feroit avec les parallèles à celle AC, un angle très-voisin de 128°; j'observe que celui B, qui indique 8 rangées de largeur, sur 7 lames de hauteur, paroit répondre parfaitement à cette condition: je tire, en conséquence, la ligne AB, et résolvant ensuite le triangle mensurateur ABC, dans lequel je connois l'angle C de 62°, 58′, et les deux côtés qui le renferment, je trouve que l'angle ABC est de 64°, 44′: ajoutant à cet angle celui CBO de 62°, 58′, la somme 127°, 42′, est la mesure de l'angle d'incidence du nouveau plan sur le côté du prisme tétraèdre rhomboïdal; ce qui est parfaitement d'accord avec ce qui avoit été trouvé précédemment, et l'est parfaitement aussi, avec les mesures prises sur le cristal. Ainsi le reculement qui produit le plan de remplacement des bords aigus du prisme tétraèdre rhomboïdal, dans la sixième modification, est le résultat d'un reculement, le long de ces mêmes bords, par 8 rangées en largeur, sur 7 lames de hauteur.

Si, ce qu'il est très-naturel de supposer, les bords aigus du prisme tétraèdre rhomboïdal de l'arragonite éprouvoient le même reculement sur les deux côtés adjacents du prisme, ainsi que le représente la fig. 16, pl. 71, le cristal passeroit à un prisme octaèdre qui auroit deux bords de 117°, 2′, quatre de 127°, 42′, et deux très-

obtus de 167°, 34′: il est fortement à présumer que cette variété de forme s'offrira un jour, parmi les cristaux de cette substance.

§ 211. On voit que, dans le reculement le long des bords longitudinaux du prisme, le nombre de rangées en largeur et en hauteur, par lequel ce reculement a lieu, est parfaitement semblable au nombre des molécules prises sur les côtés des angles des faces terminales auxquels viennent aboutir les bords du prisme, et le long desquels se fait le reculement, nombre déterminé en même temps par les lignes que tracent, sur les faces terminales, les bords des plans de remplacement: la même fig. 14 va nous servir à faire voir, qu'en effet cela doit nécessairement être. Dans cette fig. qui nous a servi à démontrer la manière dont se font les reculements le long des bords des prismes, les molécules de la cristallisation sont placées de manière à présenter au lecteur leurs faces terminales: ainsi, dans la dernière molécule superposée SXLTMN, la face SXLT appartient à une de celles longitudinales du prisme, et celle STMN, à celle terminale. Si toutes les molécules qui concourent à la cristallisation, s'étoient réunies de manière à n'éprouver aucun reculement, toutes leurs faces terminales seroient dans un même plan rhombe KTUO, formé par leur réunion; mais, si ces molécules, en se plaçant, éprouvent un reculement le long d'un de leurs bords longitudinaux aigus, elles s'arrangeront entre elles, ainsi que l'indique la partie ombrée de la fig. 14, et la direction, indiquée par la ligne RS menée perpendiculairement, du bord aigu de la première molécule, sur celui de la dernière, sera la direction du nouveau plan formé par le reculement. L'espace ponctué renfermé entre les lignes KS, SR, RK, indiquant la partie de la face terminale qui auroit existée, s'il n'y avoit eu aucun reculement, et qui a été suprimée par lui, on voit qu'à chaque reculement des molécules, la ligne placée sur la direction de celle RS, limite du nouveau plan formé, suprime, sur un des côtés de l'angle aigu au sommet duquel vient aboutir le bord aigu du prisme le long duquel se fait le reculement un nombre, de molécules égal à celui suivant lequel se fait le reculement, un nombre en largeur, et le long de l'autre, un nombre égal à celui suivant lequel se fait le

reculement en hauteur. Ici les nombres de molécules en largeur et en hauteur, suivant lesquels le reculement a lieu, étant égaux, la ligne RS suprime un nombre égal de molécules de chaque côté. Si le reculement, qui a lieu par une molécule en largeur, au lieu de n'avoir qu'une molécule de hauteur, se faisoit par deux, la ligne RF deviendroit la direction du bord terminal du nouveau plan formé: dans ce cas, tandis que le reculement suprimeroit une molécule indiquée par EF, sur le côté EN, il en suprimeroit deux, indiquées par EI et IR, sur le côté EA. Si le reculement au contraire n'ayant lieu que par une molécule de hauteur, avoit lieu par deux en largeur, la direction du bord terminal du nouveau plan seroit la ligne RG qui, tandis qu'elle suprimeroit une molécule indiquée par IR, sur le côté IA, en suprimeroit deux indiquées par IZ et ZG, sur le côté IO: d'où l'on voit qu'en effet le nombre des molécules suprimées, sur les deux côtés de l'angle au sommet duquel vient aboutir le bord du prisme le long duquel se fait un reculement, est toujours semblable à celui du nombre de molécules, soit en hauteur, soit en largeur, suivant lequel se fait le reculement. On voit, en même temps, que le côté sur lequel se suprime le nombre quelconque de molécules en largeur, est toujours celui qui répond au plan du prisme sur lequel la superposition des molécules est considérée.

Ainsi le reculement qui produit la 4me modification, et que nous avons vu avoir lieu le long des bords aigus du prisme, et suprimer, par la direction du bord terminal du plan formé par lui, une molécule, sur le côté de l'angle aigu qui répond au plan du prisme sur lequel la superposition des molécules est considérée, et 34 sur l'autre, ce reculement, dis-je se fait le long du bord aigu du prisme, par une rangée en largeur, sur 34 lames de hauteur; celui qui produit la 5me modification, se fait par 5 rangées en largeur, sur 11 lames de hauteur; et celui donné comme étant d'une existence probable, entre la 5me modification et la 6me, se fait par une rangée en largeur, sur 12 lames de hauteur.

§ 212. Passons maintenant à la détermination des modifications pyramidales. L'une d'elles, qui est la 7me de la description des

cristaux, est produite par le remplacement des bords des faces terminales du prisme tétraèdre rhomboïdal, tel que le représente la fig. 17, pl. 71. La première chose à faire, avant de chercher à déterminer cette modification, est de mesurer, le plus exactement qu'il est possible, l'angle d'incidence STU des plans de remplacement sur les faces terminales: cet angle se montre ici plus grand que celui de 98°, mais peu eloigné de cet angle. Si le cristal étoit parfaitement pyramidal, alors la face terminale du prisme ayant disparue, cette incidence ne pourroit se prendre; mais on parviendroit facilement à la déterminer, soit par l'angle d'incidence des faces pyramidales sur les côtés du prisme, soit par l'angle de rencontre de deux des faces pyramidales opposées, au sommet du cristal. Dans le premier cas, mesurant l'angle d'incidence TSR, fig. 17 des faces pyramidales avec les côtés du prisme, et trouvant cet angle entre 171° et 172°, j'admets, pour le moment, celui de 171°, 30′: or comme le pourtour UTSROXYZ du prisme primitif, pris sur un même plan, est composé de quatre angles pareils, et de quatre autres dûs à l'incidence des faces pyramidales sur celles terminales, en multipliant 171°, 30′, par 4, retranchant la somme 686° de 1080°, somme des angles du plan de l'octogone, et enfin prenant le quart du reste 394°, on a 98°, 30′, pour la mesure approchée de l'angle d'incidence des faces pyramidales sur celles terminales du prisme primitif.

Dans le second cas, soit l'angle TXU, fig. 18, formé par la rencontre, au sommet du cristal, de deux des faces pyramidales opposées, pris aussi exactement qu'il est possible: cet angle se montre très-voisin de celui de 17°. Si alors, par les deux points T et U, pris sur les deux côtés de cet angle, et à distances égales de son sommet, on tire la ligne TU, cette ligne représentera la direction de la face terminale du prisme tétraèdre rhomboïdal primitif: or le triangle TXU étant isocèle, et l'angle X étant d'environ 17°, ceux T et U seront chacun d'environ 81°, 30′: retranchant, en conséquence, 81°, 30′: valeur de l'angle XTU, de 180°, le reste 98°, 30′, donnera de même la valeur approchée de l'angle d'incidence STU des faces pyramidales, sur celle terminale du prisme.

L'angle d'incidence du plan pyramidal de remplacement sur la face terminale du cristal primitif, étant mesuré, avant de pouvoir construire le tableau propre à déterminer toutes les modifications qui peuvent avoir lieu le long des bords des faces terminales, dans cette substance, il est nécessaire de déterminer, d'une manière exacte, la distance qui existe entre les bords opposés de ces mêmes faces. Pour cela, de l'un des angles obtus Q de cette face, fig. 19, soit tirée la ligne QS, perpendiculaire sur le côté QD ; elle le sera en même temps sur le côté parallèle BC, et sa longueur déterminera la distance qui existe entre ces deux côtés : de sorte que, si l'on faisoit passer un plan qui coupât le cristal, suivant cette ligne et celle correspondante YR, dans la face terminale inférieure, le plan de la coupe QSRY seroit à angle droit sur les côtés des faces terminales. Nous avons vu § 201 que, dans le prisme tétraèdre rhomboïdal primitif, la grande diagonale des faces terminales étant supposée 8, le bord de ses faces étoit de 4, 69 : on connoit donc, dans le triangle rectangle BSQ, l'angle droit S, celui B de 62°, 58′, et le côté SQ de 4, 69 ; résolvant ce triangle on trouvera 4, 18, pour la valeur de SQ.

Cela posé, et les faces terminales étant perpendiculaires sur les côtés du prisme, soit tracé un angle rectangle AIE, fig. 20, dont les côtés soient indéfinis, et soient ensuite divisés ces côtés, de manière que les parties d'une de ces lignes soient à celles de l'autre, dans le rapport de la ligne QS au côté BF du prisme, ou à son égal SR, rapport qui est celui de 4, 18 à 5, 66 : le côté ID, sur lequel sont les divisionsde 4, 18, représentera la réunion des largeurs semblables à SQ, des molécules dont sont composées les lames placées sur les côtés du prisme, et le côté IA, la réunion de toutes les hauteurs de ces mêmes lames. Par tous les points de divisions de ces deux lignes, soient menées des parallèles à chacune d'elles, soit ensuite cherché sur quel point de section de ces parallèles tomberoit la ligne qui feroit, avec la direction des faces terminales parallèles à ID, un angle intermédiaire entre ceux de 98° et 99°, mais plutôt plus rapproché du premier que du second. Le point X, qui prend une molécule de largeur, sur

5 de hauteur, paroissant répondre parfaitement à cette condition, soit tirée la ligne IX. Résolvant ensuite le triangle rectangle IXZ, dans lequel on connoit l'angle droit et les deux côtés qui le renferment, on trouve 8°, 24', pour mesure de l'angle IXZ: ajoutant à cet angle, celui ZXP de 90°, on a 98°, 24', pour la mesure exacte de l'angle IXP, que font les plans de remplacement avec la face terminale. Ces plans sont donc le produit d'un reculement par une rangée en largeur, sur 5 lames de hauteur. A raison des parallèles XF et IE, l'angle NXP, formé par l'inclinaison des faces pyramidales sur celles terminales du prisme, étant égal à celui XIO, que la résolution du triangle rectangle mensurateur IXZ a fait voir être de 81°, 36', si, par le point O, situé à égale distance de celui Z que le point I, on tire la ligne OX, l'angle du sommet du triangle isocèle IXO représentera l'angle de rencontre, entre elles, des faces pyramidales de remplacement, au sommet du cristal : retranchant, en conséquence, l'angle de 163°, 12', double de l'angle IXZ de 180°, on a 16°, 48', pour mesure exacte de cet angle.

§ 213. Il existe, dans l'arragonite, un autre reculement, aux mêmes bords des faces terminales du prisme tétraèdre rhomboïdal primitif auquel appartient la 9me modification. Dans ce reculement, dont je n'ai jamais vu les plans que placés au sommet des variétés pyramidales aigues, les plans de remplacement se rencontrent entre eux, au sommet, du cristal, sous un angle d'environ 117°, fig. 21: d'après cela, s'il étoit possible de prendre l'angle d'incidence ABR des plans de remplacement sur les faces terminales du prisme, cet angle seroit de 180°, moins environ 31°, 30', valeur de l'angle QBR, ou de 148°, 30'. Je cherche, en conséquence, sur le tableau, fig. 20, le point de division par lequel une ligne, tirée du point I, feroit avec une des parallèles à ID, l'angle d'environ 148°, 30': celui M, qui indique 11 molécules de largeur sur 5 lames de hauteur, me paroissant répondre parfaitement à cette condition, je tire la ligne IM. Résolvant ensuite le triangle rectangle mensurateur IEM, dont on connoit l'angle droit et les côtés qui le renferment, je trouve l'angle IME de 58°. 24': ajoutant à cet angle celui EMF de 90°, j'ai 148°, 24',

pour mesure de l'angle IMF, formé par l'incidence des plans de remplacement avec les faces terminales du prisme: retranchant cet angle de celui de 180°, le reste 31°, 36', indique l'inclinaison des plans de remplacement sur les faces terminales: doublant ce reste, et retranchant la somme 63°, 12', de 180°, le reste, 116°, 48', est la mesure exacte de l'angle saillant du sommet, pris sur deux des faces opposées. Ainsi le reculement qui donne naissance à cette 9me modification, a lieu le long des bords des faces terminales, par 11 rangées en largeur, sur 5 lames de hauteur.

§ 214. La septième modification ajoute au cristal, lorsque le reculement qui lui donne naissance a atteint ses limites, une pyramide tétraèdre très-aigue; mais la plupart des cristaux qui appartiennent à cette modification, tant dans l'arragonite du Pérou, que dans celle des filons, sont composées d'un prisme hexaèdre appartenant à la sixième modification, surmonté d'une pyramide hexaèdre aussi, et de même très-aigue, dont seulement 4 des plans, opposés deux à deux, appartiennent à la 7me modification: les deux autres, ceux qui complettent cette pyramide, appartiennent à la 8me modification de la description des cristaux de cette substance. Ces plans sont dûs à un nouveau remplacement des angles saillants aigus du prisme tétraèdre rhomboïdal primitif, produit par un reculement des lames cristallines, superposées sur les faces terminales, aux angles aigus des mêmes faces, ainsi que le représente la fig. 22, pl. 71. Pour déterminer d'une manière exacte cette modification, après avoir mesuré l'angle ABC, fig. 22, formé par l'incidence des plans pyramidaux sur les faces terminales du prisme, et trouvé cet angle d'environ 97°, mais paroissant cependant de quelque chose au-dessous, je cherche sur le tableau, fig. 12, pl. 73, le point de section par lequel une ligne, tirée du point I, feroit avec une des parallèles à la ligne ID, un angle d'environ 97°. Le point H, qui indique une rangée en largeur sur cinq lames de hauteur, paroissant répondre à cette condition, je tire la ligne IH; résolvant ensuite le triangle rectangle mensurateur IHF, dont on connoit l'angle droit, et les deux côtés qui le renferment, je trouve pour mesure de l'angle IHF, 6°, 43'. Ajoutant à cet angle celui de

90°, la somme 96°, 43′, qui est la mesure de l'angle IHM, est conséquemment celle de l'angle d'incidence des faces pyramidales sur celles terminales du prisme : cet angle répond parfaitement à celui dont la mesure avoit été prise sur le cristal. Ainsi les faces pyramidales de cette 8me modification, sont le produit d'un reculement aux angles aigus des faces terminales, par une seule rangée en largeur, sur 5 lames de hauteur. Retranchant cet angle de 96°, 43′, de 180°, le reste 83°, 17′, est la mesure de l'inclinaison des mêmes faces pyramidales sur celles terminales. Doublant cet angle, et retranchant la somme 166°, 34′, de 180°, le reste 13°, 26′ est l'angle que forment, par leur rencontre au sommet du cristal, ces mêmes plans pyramidaux. On doit observer ici, que ces deux plans se rencontrent, par conséquent, au sommet sous un angle plus aigu que celui sous lequel se rencontrent les quatre autres plans pyramidaux ; puisque cet angle est de 13°, 26′, tandis que celui sous lequel les autres se rencontrent, est de 16°, 48′; ce qui explique tout naturellement pourquoi, dans presque tous les cristaux de cette substance, les pyramides hexaèdres aigues sont cunéiformes.

§ 215. Je me suis un peu étendu sur l'application des principes géométriques de la cristallisation à la détermination des modifications de l'arragonite, parce que quelques-unes d'elles me paroissent très-intéressantes. D'ailleurs ceci, étant le premier exemple que j'aie encore été dans le cas de donner de cette application aux prismes tétraèdres droits, peut servir de règle pour tous les prismes du même genre. On sent qu'avec de légers changements, occasionnés par l'inclinaison des faces terminales, et à l'égard desquels les calculs faits sur le rhomboïde de la chaux carbonatée, pour en déterminer les modifications, peuvent facilement diriger le mineralogiste, cette application peut servir d'exemple aussi pour les prismes tétraèdres inclinés.

OBSERVATIONS

SUR LES PROGRÈS FAITS ET À FAIRE DE LA CRISTALLOGRAPHIE.

§ 216. L'utilité de la cristallographie, comme une des caractères les plus essentiels de ceux qui appartiennent à la minéralogie, est, je pense, généralement reconnue aujourd'hui. Les deux excellents ouvrages qui successivement ont paru sur cette science, celui de Romé de L'isle, et celui de Mr. l'Abbé Haüy, sont bien faits pour en faire sentir la valeur.

On doit d'après cela être étonné du peu de progrès que son emploi dans la minèralogie a fait jusqu'ici. Parmi les auteurs minéralogistes, fort peu, dans les descriptions qu'ils donnent des substances minérales, décrivent les formes qui leur sont propres, de manière à les rendre en effet, pour elles, un caractère spécifique déterminé. Dans presque toute l'Allemagne, qui fut jadis le berceau de la minéralogie, ce caractère est traité, dans les ouvrages qui ont rapport à cette science, avec tant de confusion, et si peu d'exactitude et de principes, que le plus souvent il ne fait que surcharger les descriptions, sans être d'aucune utilité. Il est impossible cependant que les savants minéralogistes Allemands, qui connoissent tout ce qui a été écrit jusqu'ici en cristallographie, n'aient pas senti l'exactitude de ses principes, et l'utilité de son application. Plusieurs d'entre eux ont été à même de juger de cette utilité par leurs propres yeux: le célèbre Romé de L'isle, qui fut le guide de mes premiers pas en minéralogie, et qu'on peut, à juste titre, regarder comme le père de la cristallographie, se faisoit un plaisir de développer aux minéralogistes qui alloient le voir, les principes alors connus de cette science; et il mettoit à ses démonstrations, ce zèle et cette infatigable bonté, qui lui étoient si naturels. Le goniomètre à la main, et une superbe collection, fruit de ses recherches, sous les

yeux, il démontroit la constance invariable des principaux angles d'une même substance, et la manière dont le cristal primitif de chacune d'elles, passoit à différentes formes, par suite des troncatures des angles et des bords : c'étoit alors son expression.

A l'aide de ce nouveau caractère, dont il venoit d'enrichir la minéralogie, mais qui n'avoit pas encore acquis tout le développement que l'observation étoit destinée à lui donner un jour, il porta une lumière nouvelle et infiniment précieuse sur la minéralogie. Plusieurs substances qui, jusque là, avoient été confondues entre elles, furent mieux classées: la partie surtout qui concernoit les gemmes, reçut de lui un service essentiel.

Il manquoit cependant encore à la cristallisation d'avoir reçu des mains de la géométrie, la fixation de ses principes, et la régulation de sa marche. Romé de L'isle avoit fait voir que les formes cristallines étoient un des caractères les plus essentiels des minéraux ; il avoit créé la cristallograghie : car, quoique plusieurs hommes célèbres se fussent occupés, avant lui, des formes régulières que les substances du règne minéral présentoient, c'est à lui, sans aucun doute, que les minéralogistes ont la première obligation de la démonstration de la constance des angles de ces mêmes formes dans les substances de la même nature ; de leur dérivation, constante aussi, d'une seule et même forme dans chacune des substances ; et enfin de la possibilité de pouvoir les employer, comme étant le guide le plus assuré, dans leurs recherches. Ce savant en a été véritablement le père ; mais son enfant devoit grandir, et recevoir de l'expérience et du temps, ainsi que des maîtres entre les mains desquels il devoit passer, une éducation qui développât ses moyens, et nous mît à même d'en retirer ensuite toute l'utilité dont ils sont susceptibles.

Mr. L'Abbé Haüy, à la fois phisicien, géomètre et minéralogiste, a commencé, en maître aussi actif qu'éclairé, cette éducation : il en a posé les principes les plus essentiels ; mais elle est cependant encore loin d'être terminée. Par lui, en effet, la cristallographie a reçu des principes fixes et une marche déterminée, que l'observateur peut suivre et calculer avec lui, et dont il peut même, en quelque

sorte, prévoir les divers résultats. Une division plus judicieuse et plus méthodique des substances a été, pour la minéralogie, le premier effet de la perfection apportée par ce savant dans cette nouvelle science.

Des caractères beaucoup trop nombreux et point assez déterminés, mais dont l'établissement, à l'origine, indiquoit le génie de leur créateur, le célèbre Werner, avoient introduit dans la classification des substances minérales, une précision beaucoup plus grande que celle qui avoit été obtenue jusque là ; mais la méthode dont ils étoient la base, manquoit encore d'un caractère qui, plus exact et moins variable que les autres, pût sauver de l'incertitude les décisions qu'elle faisoit prononcer.

Ce caractère, le célèbre Romé de L'isle l'avoit créé, et on vient de voir le parti qu'il avoit su en tirer. Devenu un guide plus assuré par l'habilité avec laquelle Mr. l'Abbé Haüy a su le soumettre aux loix de la géométrie et du calcul, il a donné à ce savant la faculté de pousser beaucoup plus loin encore que ne l'avoit fait Romé de L'isle, la précision dans la division des substances minérales. Un grand nombre d'espèces différentes étoient réunies entre elles, sous les seules et uniques dénominations de schorl, zéolite, &c : elles ont été par lui justement séparées, et exactement déterminées. D'autres ont été réunies sous une seule et même espèce, qui jusque là avoient été classées, dans la plupart des traités de minéralogie qui avoient précédés comme appartenant à des espèces différentes, et celà, à raison seulement de quelques légères différences, qu'on pouvoit avoir observé, dans quelques-uns des caractères très-multipliés, et la plupart éventuels, dont on avoit surchargé la minéralogie ; celui des formes étant généralement le plus foiblement exprimé. La minéralogie a donc fait, entre les mains de ce savant, d'intéressants et véritables progrès ; et c'est, sans aucun doute, à la cristallographie à laquelle elle en a eu l'obligation. Cette science nouvelle a-t-elle donc atteint toute la perfection qu'elle est appelée à avoir un jour ? je suis fort éloigné de le penser ; mais je crois que nous sommes sur la véritable route, qui peut et doit l'y conduire.

§ 217. Jettons un coup d'œil sur l'état actuel de cette science, sur ce qu'elle renferme de fini, sur ce qui reste à y faire, et sur l'espoir que nous sommes raisonnablement fondés à avoir, que ce qu'elle a déjà fait, n'est qu'une ébauche de ce qu'elle peut et doit faire un jour.

Ses principes et ses loix aussi simples que fécondes dans leur application, paroissent être déterminément fixés: nous paroissons connoître déterminément nombre de cristaux primitifs des espèces qui composent le règne minéral: nous avons des données très-approximatives sur ceux d'un beaucoup plus grand nombre d'espèces, parmi lesquels quelques-uns doivent être rectifiés; mais nous ignorons encore quel est la véritable forme de ceux d'un très-grand nombre de ces mêmes espèces.

§ 218. Quant aux molécules intégrantes cristallines, celles de quelques substances paroissent être fixées; mais celles d'un beaucoup plus grand nombre sont, ou ignorées, ou simplement présumées.

Dans la détermination des cristaux primitifs, l'opération du calcul est totalement soumise à une opération méchanique préliminaire, qui est celle de la mesure de quelques-uns des angles ou côtés des cristaux. De la justesse de cette opération méchanique, qui peut si facilement être fautive, dépend la rectitude des résultats du calcul. Des faits particuliers, il est vrai, présentés par quelques cristaux, joints à l'habilité de l'observateur qui sait les appercevoir et en faire usage, viennent quelquefois à son aide, et le mettent dans le cas de parvenir à l'exactitude la plus scrupuleuse.

C'est ainsi, par exemple que, dans les cassures faites, suivant les joints naturels, sur le prisme hexaèdre complet de la chaux carbonatée, l'égalité de l'inclinaison des plans dûs à ces cassures, tant sur les côtés du prisme sur lesquels ils sont placés, que sur les faces terminales, ayant été ingénieusement observée par Mr. l'Abbé Haüy, a donné, à ce savant, une base déterminée, qui l'a mis dans le cas de fixer, avec une exactitude rigoureuse, les dimensions précises du rhomboïde primitif de la chaux carbonatée; mais tous les cristaux des substances minérales ne présentent pas des données aussi heureuses.

L'instrument dont nous nous servons pour la mesure des angles, le goniomètre, est très-peu propre à nous faire appercevoir, avec exactitude, la partie de ces mesures qui appartient à la division du dégré. J'ai cherché à me diminuer, autant que possible, cet inconvénient, dont une partie provient autant de l'imperfection de nos organes, que de celle de l'instrument. Pour y parvenir, lorsque j'ai un cristal à déterminer, je place ma loupe sur un support, et l'interpose alors entre mes yeux et le cristal que je veux mesurer. J'arrive bien certainement, par ce moyen, à une plus grand précision; mais elle est encore très-imparfaite, et c'est presque totalement la faute de l'instrument. Il seroit donc bien à désirer que l'art vînt à notre aide, en nous enrichissant d'un instrument plus sensible et plus exact, soit pour la mesure des angles des cristaux, soit simplement pour établir le rapport mutuel des lignes qui en terminent les faces.

Je viens de dire que les formes données pour le plus grand nombre des molécules intégrantes primitives des cristaux, n'étoient que présumées. C'est un fait dont l'observation plus attentive, jointe aux faits particuliers que le hazard vient lui offrir, tend tous les jours de plus en plus à nous faire voir la vérité. La chaux carbonatée, à l'étude de laquelle les détails qui ont précédé ont trait, en fournit un exemple frappant. La détermination, appuyée sur des base fixes, de la forme exacte du plus grand nombre des molécules intégrantes des cristaux, est donc un grand travail qu'il reste encore à faire aux cristallographes, et il est sans contredit un des plus importants.

§ 219. L'observation, dont l'action devient d'autant plus judicieuse et d'autant plus réglée, que la science acquiert plus de perfection, parviendra sans-doute un jour à completter la parfaite détermination de ces molécules; mais le temps quelle y emploira peut être fort long, s'il doit dépendre des simples hazards heureux qui peuvent se présenter: les mathématiques seules, auxquelles cette partie de la cristallographie doit être complettement soumise, pourroient l'abréger. Au moyen des données que nous avons déjà acquises, et de celles qui peuvent encore nous être fournies par

quelques nouvelles observations, offertes par les cristaux dans lesquels ces molécules paroissent être exactement déterminées, les mathématiques pourront peut-être établir un jour des règles certaines pour parvenir à leur complette détermination. Mais, pour cela, il seroit fortement à désirer que les savants distingués qui, dans ces derniers temps, ont fait des applications si ingénieuses et si intéressantes de cette science, missent les faits cristallographiques au nombre des objets sur lesquels ils projettent des recherches. Les découvertes qu'elles pourroient leur donner occasion de faire dans cette nouvelle science, seroient en elles mêmes assez importantes, par les suites qu'elles pourroient avoir, pour récompenser ces savants de leurs travaux. Quel avantage n'en résulteroit-il pas, en effet, pour la cristallographie, si des mains aussi habiles et aussi exercées que le sont, par exemple, celles de Messrs. De la Place et Biot, pouvoient un moment s'occuper d'elle ! Les lumières que leurs travaux ont déjà répandues sur différentes branches de la phisique, laissent facilement entrevoir celles dont la cristallographie pourroit leur avoir l'obligation un jour. Déjà Mr. De la Place, par son ingénieux travail sur l'attraction capillaire, et Mr. Biot, par celui qu'il a fait sur la chaleur, se sont indirectement occupés de deux des causes qui jouent je crois un rôle très actif dans la cristallisation: quelques pas de plus, et la cristallographie deviendroit partie de leur domaine. Je croirois alors pouvoir prédire, qu'après avoir déjà vu deux époques glorieuses, entre les mains de Romé de L'isle et de Mr. l'Abbé Haüy, elle toucheroit à une troisième qui ne le seroit pas moins.

Si nous ne considérons le succès de ces recherches que relativement à la minéralogie, il me paroit bien certain que cette science ne pourra s'élever à toute la hauteur qu'elle peut atteindre, que lorsqu'elle possédera un moyen de discerner, avec exactitude et sans laisser aucun doute, chacune des espèces dont le règne mineral est composé. Eh ! quel moyen plus puissant et plus sûr pourroit-elle avoir pour cela, que celui qui lui feroit établir les espèces, d'après la forme déterminée de leurs molécules intégrantes primitives; cette forme étant elle même ordonnée par celle des molécules compo-

santes de la substance, auxquelles appartient bien certainement le droit de fixer la nature des espèces.

§ 220. Mais le succès des mathématiques, à cet égard, seroit-il borné à cette première decouverte? et ne seroit-il pas possible que la science continuant ses travaux, parvînt jusqu'à la détermination de la forme des molécules composantes elles mêmes? si elle y parvenoit, quel service ne rendroit-elle pas à la phisique, à la chimie, &c. &c! Ce nouveau moyen, en effet, ajouté à tous ceux que ces sciences possèdent déjà, ne pourroit-il pas les conduire à des résultats, de la latitude desquels on peut d'avance se faire une idée? nous allons voir que cette possibilité n'est peut-être pas dans le cas d'être considérée uniquement, comme un de ces beaux rèves qu'enfante l'imagination, mais dont tout l'intérèt s'évanouit complettement à l'instant du réveil.

§ 221. J'ai dit, dans la description du cristal primitif de la chaux carbonatée, placée à la tête des observations sur les différentes modifications de ce cristal, qu'il se casse parallèlement aux plus grandes diagonales de ses plans, et aux deux bords du rhomboïde qui sont adjacents à ces mêmes diagonales. Ce fait m'a paru indiquer, que la forme de la molécule intégrante primitive étoit exactement celle d'une des moitiés du rhomboïde, prise suivant la grande diagonale de deux de ses plans opposés. J'ai dit, en même temps que, quoique la division faite suivant ces nouveaux joints fût infiniment plus difficile à obtenir que celle parallèle aux faces, il y avoit telle chaux carbonatée, sur laquelle elle s'obtenoit avec assez de facilité. Je crois en avoir fourni la preuve, en donnant la figure de fragments rhomboïdaux très-minces, sur lesquels j'ai pu amener les faces dues à ces dernières cassures, à une grandeur aussi considérable, et même plus, que les parties restantes des faces du cristal primitif. J'ai cité, en outre, les différentes localités de la chaux carbonatée dont les fragments m'ont offert le plus de facilité à être clivés, suivant cette direction. Cette facilité est presque toujours indiquée, dans ces fragments, par des stries très-marquées, parallèles aux grandes diagonales de deux des plans opposés du rhomboïde. Nombre de ces fragments ou cristaux

sont d'une parfaite transparence, tels que ceux appartenant à la variété de la chaux carbonatée de l'isle de Ferroë, connue sous la dénomination de *cristal d'Islande.*

Peu de temps après avoir fait cette observation, qui remonte à cinq ou six ans, je remarquai avec étonnement, sur de nouveaux fragments, des indices d'autres joints naturels, et situés de même parallèlement à la grande diagonale des plans du rhomboïde primitif, sur les autres faces de ce même rhomboïde, et qui de même aussi étoient rendus sensible par les stries dont ces faces etoient chargées, ainsi que l'indique la fig. 1, pl. 72. J'essayai alors de soumettre ces fragments au clivage, suivant la direction de ces nouveaux joints, ainsi que je l'avois fait à l'égard des premiers; mais toutes les tentatives que j'ai pu faire à ce sujet ont toujours été infructueuses.

J'étois occupé de cette nouvelle difficulté, lorsqu'un de ces hazards heureux qui viennent souvent servir l'observateur, au moment où il s'y attend le moins, me procura le morceau le plus intéressant que j'aie jamais rencontré dans cette substance. Ce morceau appartient à un de ces beaux groupes d'Arendal en Norwège, qui, sur une base de fer oxidé attractif de l'espèce octaèdre, montre, à l'état cristallin, du quartz, du feldspath, de la thallite, de la chaux carbonatée &c. &c: cette dernière substance est colorée, sur le morceau que je viens de citer, en une couleur de chair très-foncée, et n'a qu'une transparence extrêmement louche. C'est une masse rhomboïdale et lamelleuse, produite par une cassure, et dont l'aspect est celui de la figure 2, pl. 72, et le volume à peu près le même. Une partie de cette masse ayant été enlevée, par une cassure faite sur une de ses arêtes, et parallèlement aux faces rhomboïdales, forme l'angle rentrant représenté sur la figure, et paroit diviser le segment rhomboïdal, à une de ses extrémités, en deux rhomboïdes parfaits, réunis par leur partie inférieure. Toutes les faces de la masse totale de cette chaux carbonatée montrent, par des parties de lames qui, n'ayant pas été enlevées en entier, restent irrégulierement placées sur sa surface, des traces non douteuses d'une origine due à la séparation par cassure qui a détaché cette partie d'une masse plus considérable. Les deux parties

distinctes dont elle est formée ayant l'aspect de deux rhomboïdes réunis par une de leurs extrémités, ont, sur toutes leurs faces des indices, fortement prononcés, de joints naturels, soit parallèles à leurs bords, soit parallèles à chacune des grandes diagonales de leurs plans. Les lignes parallèles aux diagonales, et représentées, sur la figure, par des lignes plus fortement exprimées, placées sur une des parties de ce fragment rhomboïdal, sont destinées à faire voir que, dans cet endroit, la partie supérieure du rhomboïde fait une légère saillie sur celle inférieure, à raison de ce que les lames inférieures se sont détachées en plus grand nombre que celles de la partie supérieure. Cette partie, semble, au premier aspect, devoir s'enlever du fragment avec la plus grande facilité, ce qui placeroit alors au sommet du rhomboïde un plan perpendiculaire à son axe: elle resiste toutefois aux tentatives qu'on peut faire à ce sujet. On sent cependant, à son aspect, que la séparation doit être possible: elle l'est même en réalité, puisque la cassure accidentelle l'a produite: il existe, en effet, au sommet du rhomboïde que présente cette partie du fragment, une petite cassure suivant cette direction, qui a remplacé l'angle solide de ce sommet par un petit plan perpendiculaire à l'axe, et dont la formation ne peut avoir eu aucune autre cause: ce plan est indiqué, sur cette figure, par la lettre a. Si on regarde ensuite avec une loupe les plans de ces fragments, en faisant tomber sur eux une forte lumière, on apperçoit, dans l'intérieur, des stries parfaitement indiquées, perpendiculaires à la grande diagonale des plans, et telles que je les ai représentées sous cette même fig. 2, pl. 72. Elles sont les indications d'autres joints naturels, passant par les petites diagonales et les bords adjacents du rhomboïde.

En outre des joints naturels dont la direction est parallèle aux faces du rhomboïde, qui sont ceux suivant lesquels la chaux carbonatée se casse le plus facilement, et qui déterminent la forme du cristal primitif, il existe donc, encore sur cette chaux carbonatée trois autre joints. 1° Suivant une direction qui, passant par les grandes diagonales de deux des plans opposés du rhomboïde et par ses bords adjacents, partageroit ce rhomboïde en deux parties égales et sembla-

bles, et suivant laquelle le clivage se fait quelquefois avec assez de facilité : cette direction détermine je pense, la forme des molécules intégrantes primitives. 2° Suivant une autre direction passant par chacune des grandes diagonales des plans du rhomboïde, et étant perpendiculaire à son axe ; 3° enfin suivant une dernière direction passant par les petites diagonales des plans du rhomboïde et par ses bords adjacents. Ces deux derniers joints résistent beaucoup plus fortement au clivage, auquel je n'ai jamais pu parvenir, que les deux premiers.

Ce qui complette l'intérèt de ce morceau, est l'existence d'un autre fragment de la même chaux carbonatée, placé à quelque distance du précédent, et dans lequel le rhomboïde est divisé en deux exactement, par une cassure qui s'est étendue jusqu'à la grande diagonale de deux de ses plans opposés, et les bords adjacents.*

§ 222. Représentons nous maintenant une premiere coupe faite sur une chaux carbonatée cristallisée quelconque, et suivant toutes celles de ces directions qui sont parallèles aux plans du rhomboïde primitif. Cette coupe divisera le cristal ou fragment de cristal en molécules égales entre elles, et semblables au rhomboïde primitif, mais d'une ténuité telle, que l'imagination seule pourra nous la représenter, et dont en même temps aucune ne pourra plus être divisée suivant la même direction. Ce sont bien certainement les

* Je dois ce morceau intéressant à Mr. Fichtel, fils du célèbre conseiller des mines de Hongrie de ce nom, et ce n'est pas, à beaucoup près, la seule obligation de ce genre que je lui ai eu. Son père étant mort plus riche de l'estime et de la réputation qu'il s'étoit acquises, que du côté de la fortune, Mr. Fichtel a cherché à augmenter celle qui étoit devenue son partage, en faisant un commerce de commission entre Vienne et Londres, commerce qui l'amenoit tous les ans dans cette dernière ville. A chacun de ses voyages, il apportoit avec lui une collection de minéraux, toujours parfaitement choisie, et chaque fois il avoit la grande honnêteté de mettre de côté un certain nombre de petits morceaux, parfaitement caractérisés, qu'il me destinoit ; lorsque je lui en faisois mes remercìements, il avoit la délicatesse de me répondre, que je ne lui en devois aucun ; qu'en cela il avoit l'intention d'être utile à la science qu'il aimoit. L'état déplorable dans lequel l'Europe est plongée aujourd'hui, état aussi inconcevable à l'esprit, au jugement et à la raison, qu'il est affligeant et humiliant pour l'ame, a interrompu ses correspondances avec Londres. J'ignore si, dans l'état des choses actuelles, cet ouvrage pourra jamais parvenir jusqu'à Vienne, s'il y parvient, je me plais à croire que Mr. Fichtel y trouvera avec plaisir l'expression de ma reconnoissance.

molécules composées, éléments secondaires de la cristallisation, et indicatifs de la forme du cristal primitif de la chaux carbonatée. Nous avons vu que le rhomboïde de cette substance étoit, en outre, divisible suivant une direction qui passeroit par la grande diagonale de deux de ses plans opposés, et par les bords adjacents : imaginons cette division faite sur chacune des molécules précédentes ; chacune d'elles sera partagée en deux nouvelles molécules, parfaitement égales entre elles, et semblables à la moitié exacte du rhomboïde primitif, supposé divisé en deux suivant la même direction. Ce sont donc les nouvelles molécules produites par cette division, et non celles précédentes, qui sont dans le cas d'être considérées comme étant formées par la réunion directe des molécules des substances dont la combinaison forme la chaux carbonatée : elles sont conséquemment les véritables molécules intégrantes de la substance et de la cristallisation. Mais nous avons vu, en outre, que le rhomboïde de cette substance indiquoit encore d'autres joints naturels, suivant lesquels on peut supposer de même des sections faites par des plans qui passeroient alors, les uns par toutes les grandes diagonales de ses faces, et seroient perpendiculaires à l'axe, et les autres par les petites diagonales de ces mêmes faces et par les bords adjacents du rhomboïde. Les molécules auxquelles on parviendroit par ces deux nouvelles sections, seroient non seulement différentes de celles précédentes, mais elles seroient aussi différentes entre elles. On ne pourroit donc plus les considérer comme appartenant aux molécules intégrantes de la substance, et représentant leur forme ; ces molécules devant toutes être égales et semblables entre elles. Elles pourroient encore moins être régardées comme représentant la forme des molécules composées ou du cristal primitif de la cristallisation. Que pourroient-elles donc être ? ne seroit-il pas très-possible et peut être même probable, que si ces molécules pouvoient être obtenues, elles appartinessent à celles composantes de la chaux carbonatée, et que leur forme étant déterminée, nous eussions par elle, celle des molécules de chacune des substances-principes qui concourent à la formation de la molécule intégrante de cette substance ?

La molécule de chacune des substances-principes qui, par leur combinaison donnent naissance aux diverses substances composées du règne minéral, a bien certainement une forme déterminée; et, par celles de ces substances que nous connoissons à l'état de cristallisation, telles que le soufre, les différents métaux, &c. &c. nous sommes à même de reconnoître que cette forme est elle-même soumise aux loix qui président à la cristallisation. En effet, la matière étant impénétrable, les molécules des substances-principes qui se combinent entre elles pour former les substances composées, ne peuvent le faire par pénétration: elles ne peuvent que se réunir entre elles suivant les loix d'attraction qui leur sont propres. La forme de chacune d'elles doit donc être telle, que leurs faces se conviennent entre elles assez parfaitement, pour produire par leur réunion un petit solide de forme déterminée. On sent que la forme de ces molécules peut aussi être telle, que leur réunion simple, par une seule de chacune d'elles, ne puisse produire un solide de forme complette et déterminée, et que pour cet effet il soit nécessaire que, dans cette réunion, une ou un certain nombre des molécules de l'une des substances, se combine avec un nombre différent de celles de l'autre ou des autres: de là résulte, sans doute, la diversité dans les combinaisons chimiques qui produisent les différentes substances. On sent aussi que, pour qu'il y ait union de ces mêmes molécules et formation de celle de la substance composée, il faut que ces molécules soient telles que, de la réunion de leurs différentes faces, par les points où réside leur attraction, il puisse en résulter un solide ayant une forme géométrique déterminée. De là une cause de plus à ajouter à celle que nous avons déja vue être fournie par le calorique et le fluide électrique, à la possibilité ou l'impossibilité des combinaisons. De là aussi la possibilité que des molécules déja composées, se réunissent entre elles, et forment alors une substance à laquelle on pourroit donner le nom de surcomposée; ce dont nous connoissons différents exemples. Nul doute que cette attraction des molécules constituantes, pour former celles intégrantes des substances, ne soit l'effet d'une attraction très-puissante que l'art

ne puisse vaincre, sans le concours de causes particulières qui paroissent avoir rarement lieu, telles que l'interposition d'un fluide quelconque, &c. &c. Quelques-unes de ces causes particulières semblent avoir présidé à la formation du morceau de chaux carbonatée qui fournit le sujet de cette observation.

§ 223. Cette substance n'est pas la seule qui soit dans le cas de nous laisser entrevoir la possiblité de déterminer la forme des molécules constituantes, par les simples loix de la cristallisation.

Le corundum donne lieu absolument à la même observation. Depuis la lecture faite à la Société Royale de Londres, de mon mémoire sur cette substance, le 27me Mars, 1802, j'ai observé un grand nombre de fragments rhomboïdaux lui appartenant, qui indiquent de même des joints naturels par des stries parallèles à la diagonale transversale, ou petite diagonale de deux de leurs plans rhombes opposés; et plusieurs de ces fragments m'ont offert des cassures ayant une direction parallèle à ces mêmes diagonales et aux côtés adjacents du rhomboïde primitif. D'autres, mais en moindre quantité, m'ont offert en outre, par des stries parallèles aux autres petites diagonales de leurs plans, d'autres joints naturels suivant lesquels je n'ai pu ni faire ni observer de cassures; mais il est probable que celles dont la direction passeroit par ces nouveaux joints, seroient, ainsi que dans la chaux carbonatée, perpendiculaires à l'axe du cristal. J'ai observé enfin, sur plusieurs d'entre eux, des indices d'autres joints qui passeroient par les grandes diagonales (celles pui partent du sommet) et par les côtés adjacents du rhomboïde. Cette observation indique: 1° que le rhomboïde qui est le cristal primitif de cette substance, n'est pas la forme de sa molécule intégrante; que cette forme est celle de la moitié de ce rhomboïde, prise suivant une section qui passeroit par les petites diagonales de deux de ses plans opposés, et par les bords adjacents. 2° Que si on faisoit passer une section par les deux autres indications des joints naturels, les molécules qu'on obtiendroit ne seroient pas toutes de la même forme, et différeroient aussi, tant des molécules intégrantes, que de celles de cristallisation, auxquelles appartient la forme

du cristal primitif. Elles ne pourroient donc être considérées, ainsi que nous venons de le faire, dans la chaux carbonatée, que comme une indication de la forme des molécules constituantes. Des deux dernières coupes dont il vient d'être question, celle dont le plan passeroit par les petites diagonales de tous les plans du rhomboïde, étant perpendiculaire à l'axe du cristal, il y auroit donc une possibilité de rencontrer des cristaux de corundum, dans lesquels une cassure perpendiculaire à l'axe pourroit être obtenue, ce qui s'accorderoit avec ce que Mr. l'Abbé Haüy dit, à cet égard, dans la description du saphire. Ce caractère avoit conduit ce savant à adopter le prisme hexaèdre régulier pour cristal primitif de cette belle variété du corundum bleu, et l'a empêché pendant quelques temps de reconnoître l'identité de nature que j'avois annoncée, long-temps même avant la publication de mon mémoire, exister entre le corundum, le rubis oriental, le saphir, &c. &c. De mon côté, ayant parfaitement reconnu que le cristal primitif du saphir étoit un rhomboïde absolument semblable à celui du corundum, je niai la possibilité de la cassure du saphir suivant une direction perpendiculaire à son axe, cassure qu'il m'a toujours été impossible d'obtenir: je m'empresse de rendre à ce savant la justice qui lui est due, en reconnoissant la possibilité de cette cassure; mais les cas où elle peut avoir lieu doivent être extrêmement rares, et être offerts seulement par des saphirs opaques.

L'observation que je viens de faire à l'égard des différents joints naturels que présente le corundum, et qui nécessairement conduisent à des molécules de formes différentes, achève de me confirmer dans l'opinion que j'ai toujours eue, que cette substance n'est pas le résultat d'une simple combinaison des molécules d'argile; mais qu'est-elle donc? je n'ai encore été conduit à embrasser aucune opinion à ce sujet.

§ 224. De toutes les substances qui ont été reconnues avoir le cube pour cristal primitif, il n'en existe certainement aucune dans laquelle cette forme soit considérée avec plus de confiance, comme étant en même temps celle de sa molécule intégrante, que le plomb

sulfuré ou galène: cette forme est cependant totalement étrangère à celle de cette molécule. La démonstration de cette intéressante vérité, m'a été offerte, à différentes fois, par des morceaux de galène, dans lesquels leurs fragments cubiques sont fortement striés, suivant la direction de toutes les diagonales de leurs plans, ainsi que le représente la fig. 3. pl. 72. Ces fragments se cassent parallélement à ces mêmes diagonales, quoique avec une difficulté considérable, qui est encore augmentée par la facilité extrême avec laquelle ils se cassent parallélement aux plans du cube: la cassure a alors le même éclat et le même poli que celle faite dans le sens des plans du cube. Je possède un morceau de ce genre, dont j'ai obtenu la cassure avec beaucoup de difficulté, et j'ai observé plusieurs fois des cassures pareilles, parmi celles dues à des accidents naturels. Le cube, cristal primitif du plomb sulfuré, a donc des joints naturels dont la direction est celle des diagonales de ses plans, et les sections qui passeroient par ces joints, le partageroient en vingt quatre tétraèdres égaux et semblables, qui indiqueroient, je pense, la forme de ses molécules intégrantes. Mais ces nouveaux joints naturels ne sont pas les seuls que montrent ces mêmes fragments de plomb sulfuré, ou galène; ils en montrent d'autres indiqués de même par des stries fortement prononcées sur leurs faces, et dont la direction est telle, qu'elles font un angle de 75° et 105°, avec les bords opposés des faces du cube, sur lesquelles elles sont placées. Si l'on fait mouvoir ces fragments, ces stries, ainsi que celles qui sont parallèles aux diagonales, laissent appercevoir un réflet très-éclattant, qui ne peut être occasionné que par une légère saillie faite par elles sur les faces; ce que le frottement du bout du doigt fait d'ailleurs facilement appercevoir. Il ne peut exister aucun doute, que les sections qui passeroient par les nouveaux joints indiqués par ces stries, ne donnassent naissance à des molécules totalement différentes de celles intégrantes, que nous venons de voir être déterminées par les joints qui passent par les diagonales: et il me paroit difficile de se refuser à penser, qu'elles appartiendroient très-probablement, quant à la forme, aux molé-

cules mêmes des substances principes qui composent la molécule intégrante de la galène.

J'ai représenté, sous la figure 3, pl. 72, la réunion simple des joints naturels, suivant la direction des plans du cube, et suivant celle qui appartient aux stries qui font des angles de 75° et 105°, avec les bords opposés de ses faces. Sous la fig. 5, la direction de ces derniers joints est indiquée, suivant un seul sens seulement, sur les faces du cube, ainsi que cela existe le plus communément, sur les fragments qui donnent lieu à ces détails; et j'ai représenté en même temps, et sur un seul plan seulement du cube auquel appartient cette figure, la réunion des stries qui appartiennent à ces nouveaux joints, avec celles qui appartiennent, soit aux joints parallèles aux faces du cube, soit à ceux parallèles à ses diagonales. J'ai représenté enfin sur un des plans de la fig. 6, la réunion des stries suivant la direction de tous les joints dont nous venons de parler; réunion qui existe sur plusieurs fragments. On voit, par cette dernière figure, la quantité immense de stries qui se croisent suivant différentes directions, sur les plans des fragments cubiques de cette galène, ce qui, joint au reflet brillant de ces mêmes stries, donne un aspect très-particulier à ces plans.

§ 224. Il est donc très-probable, que la détermination des molécules composantes des corps du règne minéral peut et doit même être un jour abordée, par les simples loix de la cristallographie. Cette opinion a déjà été celle d'un géomètre d'un très-grand mérite, Mr. l'Abbé Buée. Elle fait partie d'une lettre écrite par ce savant à Mr. R. Clifford, le 13[me] Juillet, 1804, et insérée dans les N[os] 74 et 75 *du Philosophical Magazine:* lettre dans laquelle Mr. l'Abbé Buée jette un coup d'œil plein de sagacité sur plusieurs des faits intéressants de la cristallographie.

§ 225. Mr. l'Abbé Haüy avoit déjà reconnu que, dans nombre de cas, les molécules que l'on obtient par suite de sections faites sur les joints naturels des cristaux, apartenoient à des solides de formes différentes. Il a fait une mention plus particulière de ce fait, à l'article de la chaux fluatée, p. 249, vol. 2, de sa minéralogie. Cet

auteur, d'après les coupes indiquées parallèlement aux faces de l'octaèdre régulier, forme du cristal primitif de cette substance, observe que ces coupes donnent naissance à des solides de deux formes différentes, savoir, des octaèdres et des tétraèdres; et cela dans la proportion de 6 octaèdres sur 8 tétraèdres. Observant, sous juste raison, que les molécules intégrantes des substances doivent toutes être égales et semblables entre elles, il n'admet qu'une de ces deux formes pour être celle de la molécule intégrante de la chaux fluatée, et choisit à cet effet le tétraèdre. Il regarde, en conséquence, les octaèdres, auxquels la dissection du cristal fait parvenir, comme n'étant que la forme de vacuoles occupées, soit par l'eau de cristallisation, soit par quelqu'autres substances, ou n'étant même que des vides parfaits; (*essai d'une théorie sur la structure des cristaux.*) Calculant ensuite le vide que donneroient les espaces octaèdres, il trouve qu'il ne seroit qu'un peu plus du double de l'espace occupé par les tétraèdres, qui seroient seuls la matière solide de la substance.

J'avoue que j'ai infiniment de peine à admettre, dans l'arrangement entre elles des molécules intégrantes des substances minérales, une structure qui laisseroit des vides aussi grands et aussi multipliés, et ne leur donneroit, en même temps, d'autre force d'adhésion entre elles, que celle qu'elles peuvent contracter par leurs bords, seuls points de réunion des tétraèdres, dans la chaux fluatée. J'aimerois mieux penser que la nature nous cache encore, dans cette substance, les joints naturels qui peuvent conduire à la forme de ses molécules intégrantes, ainsi qu'elle l'a fait si longtemps, dans la chaux carbonatée.

Que l'on suppose, par exemple, qu'il existe dans l'octaèdre, cristal primitif de la chaux fluatée, des joints naturels qui passent par les arêtes et le centre de cet octaèdre: les sections faites suivant ces joints diviseroient l'octaèdre en 8 tétraèdres égaux et semblables, qui seroient alors véritablement la forme de la molécule intégrante de la chaux fluatée. Or l'existence de joints naturels passant par les arêtes et le centre de l'octaèdre de cette substance, n'est nullement

une supposition: j'en possède des indications non douteuses, sur deux octaèdres complets, l'un de Cornwall en Angleterre, et l'autre de Schlaggenwald en Bohême. D'après cela, c'est, ce dont je donnerai les détails, lorsque je traiterai de la chaux fluatée, par superposition, sur les faces de l'octaèdre, de lames toutes composées par la justa-position de ces molécules tétraèdres par rangées et sans aucun des vides octaèdres, présumés par Mr. l'Abbé Haüy, que le cristal primitif de la chaux fluatée croit, et passe à ses différentes modifications. Mais il paroit que la force d'attraction qui unit les molécules entre elles, est beaucoup plus grande sur les faces dont la réunion concourt à la formation des arêtes de l'octaèdre, que sur les autres: ce qui fait que le cristal se casse beaucoup plus facilement suivant les joints de ces dernières. On sent, d'après cela, que l'accroissement de l'octaèdre, ainsi que sa formation, est absolument analogue à ce qui se passe dans le rhomboïde, et ne laisse pas plus de vides entre ses molécules.

Si, maintenant l'observation venoit à faire reconnoître d'autres joints naturels dans l'octaèdre de cette substance, tels que seroient, par exemple, ceux qui passeroient par les apothèmes de ses faces triangulaires et son axe, il me paroit qu'il seroit alors naturel de faire quelque fond sur eux, pour déterminer la forme des molécules composantes.

§ 226. On voit donc qu'il nous reste encore, en réalité, beaucoup de choses à acquérir en cristallographie; et que même les véritables formes des molécules intégrantes sont encore à déterminer, dans le plus grand nombre des substances minérales. Je ne crois pas qu'aucune des molécules intégrantes de ces substances appartienne, soit au rhomboïde, soit à l'octaèdre, soit même au cube. J'ai beaucoup de raisons pour penser que la forme de ces molécules, bornée par le moins de lignes possible, appartient, soit au prisme, soit à la pyramide trièdre, et que cette forme ne varie que par le nombre immense des rapports différents qui peuvent exister entre les angles et les côtés de ces prismes: peut-être même une observation plus directement dirigée vers cet objet, viendra-t-elle nous apprendre un

jour que cette forme n'est qu'une, celle de la pyramide trièdre : Je le soupçonne fortement.

§ 227. Ce qui vient d'être dit peut servir de réponse aux personnes qui, ne connoissant pas la cristallographie, ou qui n'ayant fait de cette science qu'une étude très-superficielle, trouvent infiniment plus facile de chercher à la déprécier, en niant même son utilité dans la minéralogie, que de l'étudier. J'entends tous les jours opposer à son exactitude comme fournissant un des principaux caractères minéralogiques, le grand nombre de formes semblables, telles que le cube, l'octaèdre, &c. qui appartiennent, comme formes primitives, à des substances de natures totalement différentes. Mais on vient de voir que ces formes ne sont que des formes secondaires, résultant de diverses réunions de molécules vraiment intégrantes, dont la forme est totalement différente de la leur. Si l'on fait passer sur un cube ou sur un octaèdre, toutes les coupes différentes que l'on peut imaginer, on verra que ces deux formes peuvent, quoique étant toujours exactement les mêmes, être le résultat de la réunion d'un grand nombre de molécules de formes totalement différentes les unes des autres. Ce n'est que la molécule intégrante seule qui est la véritable molécule primitive des substances minérales, ce n'est conséquemment qu'elle qui doit être considérée comme véritablement caractéristique pour elles.

C'est à un juge impartial à prononcer, d'après les progrès frappants que la minéralogie a faits, comme science, depuis la découverte et l'application des moyens fournis par la cristallographie, toute incomplette qu'est encore cette dernière, sur ceux que cette science est appellée à lui faire éprouver, lorsqu'elle sera perfectionnée, ainsi que sur l'utilité dont elle lui a déja été.

§ 228. L'observation, qui nous a appris que la forme des molécules intégrantes de la chaux carbonatée n'est pas le rhomboïde, cristal primitif de cette substance, mais la moitié exacte de ce rhomboïde, prise suivant les grandes diagonales de deux de ses plans opposés, jette un grand jour sur la formation des macles si multipliées dans cette substance. On sait que ce nom a été consacré

par Romé de Lisle, pour désigner deux moitiés de cristaux, réunies en sens contraire, et présentant, pour l'ordinaire, quelques angles rentrants. Ce genre de cristallisation ne peut être regardé comme l'effet d'un de ces hazards, qui arrivent fréquemment en cristallographie, et qui réunit entre eux, de différentes manières, deux ou plusieurs cristaux de la même substance. Il est bien certainement l'effet d'un mode particulier de cristallisation: la régularité et la constance dans la forme de ces macles, dans toute l'entendu des mêmes parties de fissures ou de filons où elles existent, le démontre suffisamment. Ce mode de cristallisation paroit, bien sensiblement, provenir directement du rapport de la molécule intégrante de cette substance, avec celle qui appartient à son cristal primitif: de ce que la première de ces molécules est exactement la moitié de la seconde. Il provient, aussi, d'une modification, dans le mode d'attraction de ces molécules, qui a effectué leur rapprochement, non dans le sens qui leur est naturel et le plus habituel, mais dans un sens contraire. Une fois les molécules soumises à ce mode de loi et réunies dans ce sens, on sent que l'acte de cristallisation qui s'ensuit, doit donner naissance à des cristaux qui, considérés comme formés par la réunion de deux moitiés, ont les plans de ces deux moitiés dans une position inverse de celle qui eût existé, si les molécules intégrantes s'étoient réunies suivant leur sens le plus habituel. Ce fait de cristallographie me paroit si parfaitement démontré, que je crois que, dans toute substance où il existe avec la constance et la régularité qu'il affecte dans la chaux carbonatée, le feldspath, &c. il peut servir à indiquer, que la molécule intégrante de la substance est bien certainement la moitié exacte de son cristal primitif. Le cristal double à angles rentrants des substances qui ont l'octaèdre pour cristal primitif, telles que le spinelle, le diamant, &c. et qui bien certainement ont leurs molécules intégrantes bien différentes de leur cristal primitif, et très-éloignées d'en être la moitié exacte, ne peut être opposé à ce principe, que je crois aussi vrai qu'aucun de ceux de la cristallographie. Ce cristal double n'est pas la réunion de deux moitiés de l'octaèdre, mais bien celle de deux véri-

tables octaèdres, dans lesquels l'accroissement des faces s'étant fait irrégulièrement, une, et bien souvent deux, de ces faces, placées en opposition dans les deux pyramides, ont pris une extension beaucoup plus considérable que les autres : le spinelle est très-sujet à cet accroissement irrégulier dans ses faces. Cette réunion qui, pour l'ordinaire, se fait dans un sens contraire à celui naturel des deux cristaux, est bien certainement soumise à une loi déterminée ; mais cette loi est différente de celle qui produit les macles dont je viens de parler. Aussi trouve-t-on très-souvent les moitiés simples de ces doubles cristaux de rubis, &c. isolées, ce qui n'arrive pas dans les véritables macles. Mais, ce qui est encore plus démonstratif, on rencontre souvent dans le rubis, de ces doubles cristaux, sans aucun angle rentrant, c'est-à-dire, réunis dans leur sens naturel, et cependant dans lesquels la ligne de réunion est parfaitement indiquée. Les minéralogistes qui ont été à même de voir un grand nombre de ces cristaux, ont dû être souvent frappés de cette différence.

§ 229. La cristallographie a tracé les loix suivant lesquelles les molécules de la cristallisation se rapprochent et se réunissent, pour former les différents cristaux ; et depuis l'instant où ces loix ont été fixées, nulle observation n'a pu faire naître le moindre doute, soit à leur égard, soit à celui de la théorie à laquelle elles ont servi de base. Si en effet ces loix, ainsi que la théorie, n'eussent pas été exactes, quelle circonstance eût été mieux faite pour le faire reconnoître, que l'étude de la chaux carbonatée, qui exige 56 applications différentes de ces loix, et l'examen attentif de plus de 600 cristaux.

§ 230. Mais cette science n'a encore rien établi qui puisse laisser entrevoir, quelles peuvent être les causes qui peuvent faire varier ces loix. J'ai offert, § 101, quelques idées qui me paroissent avoir de grandes probabilités, sur la nature de ces causes ; mais ces idées n'étant appuyées que sur l'observation des faits cristallographiques, ainsi que sur l'ensemble des circonstances qui les accompagnent, et n'ayant point encore pour elles la sanction si précieuse de l'expérience, ne peuvent encore être classées que parmi les hypothèses qui ont pour elles la vraisemblance et la probabilité. Je les ai en

conséquence offertes au lecteur, d'une manière très-succincte: il jugera de leur valeur, et si elles pouvoient lui paroître mériter un développement plus considérable, il sera toujours très-facile de le leur donner.

APPENDICE.

Addition à la partie qui précède le premier alinéa de la page 86, du premier volume.

Au moment où l'impression de cet ouvrage alloit se terminer, l'exposition du système du monde, par Mr. de la Place, m'est tombée entre les mains. J'y ai vu que son savant auteur a été conduit, par les faits astronomiques, à considérer la terre, ainsi que les autres planètes, comme provenant originairement de fluides aériformes émanés du soleil, et ensuite condensés et devenus solides. Je me suis donc rencontré avec ce célèbre géomètre, dans la partie de son hypothèse qui a trait à la manière de considérer l'état premier des matériaux dont est composée notre planète; et cette rencontre n'a pas été peu satisfaisante pour moi. C'est cependant la seule partie de cette hypothèse qui s'accorde avec celle que j'ai embrassée sur cet objet, et dont je trace l'esquisse dans le § 95 de l'introduction. Celle de Mr. de la Place a pour base, le soleil considéré comme un globe de feu, et d'où émane perpétuellement et directement celui qui vivifie la terre, ainsi que la lumière qui l'éclaire, et ce n'est nullement mon opinion. Si, dans l'exposition de mon hypothèse, j'avois eu assez de données pour embrasser une étendue plus vaste de l'espace, et arriver jusqu'à cet astre brillant, dont l'acte perpétuellement continué de bienfaisance envers nous, repose, je crois, sur d'autres principes, peut-être mon opinion à son sujet n'auroit-elle été qu'une simple modification de celle que j'ai cru devoir adopter, à l'égard du globe que nous habitons. Mais il falloit m'arrêter: la course jusqu'à lui auroit été totalement au dessus de mes forces, et je me serois très-probablement égaré.

Addition au second alinéa de la page 215, du premier volume.

Note communiquée par Mr. le Chevalier de Sades.

" Dans le courant des années 1786, 87, et 88, on s'occupa, à Aix " en Provence, de la reconstruction du palais de la justice, sur un " plan vaste, dont le dessein avoit été donné par Mr. le Doux " Architecte du Roi. La pierre de taille qui servoit à la construc- " tion, étoit tirée de la carrière de St. Eutrope, située sur un petit " coteau, à environ un quart de lieue de la ville, et très-près du " Couvent de la Trinité. La pierre qui formoit ce coteau, où elle " étoit ordonnée par bancs, étoit une pierre calcaire d'un gris peu " foncé, et de la nature de celles qui, tendres à leur sortie de la " carrière, se durcissent par leur exposition à l'air libre. Ses bancs " étoient séparés les uns des autres par une couche de sable mélangé " d'argile plus ou moins calcaire. Les premiers qui furent exploités " n'offroient aucun indice de fossiles; mais après que ces dix pre- " miers bancs eurent été enlevés, les ouvriers, en renversant le " onzième, placé à 40 ou 50 pieds de profondeur, furent très-étonnés " de trouver sa surface inférieure couverte de coquilles. La pierre " qui composoit ce banc ayant été enlevée, lorsqu'on s'occupa du " déblayement de la couche de sable argileux qui la séparoit du " 12me banc, on y trouva des tronçons de colonnes et des fragments " de pierres à demi taillées, et cela d'une pierre exactement sem- " blable à celle à laquelle ces bancs appartenoient; on y trouva en " outre des coins, des manches de marteau, et autres outils ou frag- " ments d'outils en bois. Mais ce qui principalement frappa le plus, " fut une planche épaisse environ d'un pouce, et longue de 7 à 8 " pieds, cassée en plusieurs morceaux, mais dont cependant aucuns " ne manquoient: de manière qu'on pouvoit facilement les rejoindre " les uns aux autres, et rendre à cette planche sa première forme, " qui étoit celle des planches du même genre employées par les " maçons et les carriers: elle étoit usée de la même manière, " arrondie et ondulée sur ses bords. Me trouvant alors à Aix, je

" fus visiter cette carrière. Le propriétaire eut la complaisance de
" me montrer tous les morceaux qui y avoient été trouvés. Les
" pierres taillées ou à demi taillées n'avoient en aucune manière
" changé de nature; mais les fragments de la planche, ainsi que
" les outils ou fragments d'outils en bois, avoient été convertis en
" une agate très-fine et très-agréablement colorée. Cette découverte
" se fit dans le courant de l'année 1788: les premieres insurrections
" qui commencèrent à cette époque à se montrer en Provence,
" interrompirent les travaux de construction du palais, et mirent
" obstacle à ce qu'il pût être donné quelque suite à cette observa-
" tion."

J'ai copié la note de ce fait, telle qu'elle m'a été remise par Mr. le Chevalier de Sades, qui en a rassemblé les particularités, autant qu'un souvenir de 20 ans a pu le lui permettre: elle m'a paru trop intéressante pour être négligée. Ce fait est accompagné de circonstances bien propres à fixer sur lui la curiosité et l'intérêt. Il montre très-positivement les traces d'un travail exécuté par la main de l'homme, placées à 50 pieds de profondeur et recouvertes par 11 bancs d'une pierre calcaire compacte; et tout tend à démontrer que ce travail a été exécuté sur le lieu même où ces traces existoient. La présence de l'homme avoit donc devancé l'époque de la formation de cette pierre, et cela même de beaucoup, puisqu'il étoit déjà parvenu à un dégré de civilisation tel, que les arts lui étoient connus, qu'il tailloit la pierre et en formoit des colonnes. D'un autre côté, Aix se trouve au centre d'un véritable bassin assez profond: la pierre qui forme, auprès de cette ville, la petite élévation de St. Eutrope, ne paroit montrer aucune autre trace de son existence dans les environs, pris même à une assez grande distance de cette ville: elle est donc d'une formation locale, isolée et particulière, et elle est visiblement aussi le produit de différents dépôts, qui tous ont été accompagnés d'une précipitation de sable et d'argile, qui annonce l'action d'un courant qui les avoit apportés, en même temps qu'ils annoncent aussi la formation de cette pierre dans un amas d'eau qui occupoit nécessairement alors le bassin dans lequel la ville d'Aix se trouve

aujourd'hui. On a vu cependant que ce bassin a dû être à sec, à l'époque à laquelle les pierres ont été taillées sur le lieu où elles existoient encore, lorsqu'elles ont été trouvées. C'est donc une catastrophe qui doit avoir introduit les eaux dans ce bassin, et les coquilles trouvées sur la surface inférieure du banc seul qui recouvroit ces restes du travail des hommes, sembleroient annoncer, qu'à l'origine la mer y est entrée pour quelque chose ; ce qui ne seroit nullement étonnant, Aix n'en étant pas éloigné de plus de 6 à 7 lieues. Les courants qui postérieurement se seront établis dans les parties plus élevées, en se dirigeant vers les eaux de ce bassin, auront bien pu faire le reste ; et un nouveau dessèchement de ce même bassin l'aura ensuite remis dans l'état sous lequel il se présente dans ce moment.

On sent que cette explication, donnée à près de 300 lieues de l'endroit où l'observation a été faite, et par un homme qui ne la connoit que par relation, ne peut avoir pour point d'appui que quelques-unes des principales circonstances dont le fait étoit accompagné, ainsi que la situation topographique générale de l'endroit où il a été observé. Elle ne peut donc être regardée que comme portant sur une probabilité, propre à diriger quelques-unes des recherches qui pourront être faites, sur ce lieu même, sur la véritable cause fait d'un aussi intéressant, et devant disparoître auprès de toute autre explication plus vraisemblable ou plus satisfaisante, qui pourroit en être donnée. Son étude est très-facile, d'après la localité, et peut-être déjà quelques minéralogistes ou géologistes s'en sont-ils occupés ; mais je le repète, il me paroit isolé de la grande formation de la charpente pierreuse de notre globle, et n'avoir nul rapport avec elle.

Addition au premier alinéa de la page 329, du premier volume.

J'ai fait, depuis très-peu de temps, l'acquisition d'un très-beau morceau, qui met parfaitement à découvert, sans le secours d'aucun microscope, et avec le simple intermède d'une loupe très-peu forte, la forme des fibres de la partie non nacrée de la pine marine, des

mytiles, &c. ainsi que la manière dont elles sont arrangées entre elles. Ce morceau, dont la grandeur est assez considérable, est une pierre calcaire noire compacte, d'un grain très-fin. Elle renferme, dans sa substance, différents fragments de coquilles nacrées, dont plusieurs chatoyent les belles couleurs d'une lumachelle de Carinthie. Sa surface est recouverte de fragments plus considérables des mêmes coquilles, et principalement par un groupe d'un très-grand nombre d'autres fragments des couches fibreuses, soit de la pine marine, soit d'un mytile, &c. Ces fragments, d'après leur grande épaisseur qui, dans quelques-uns, monte à plus de deux lignes, doivent avoir appartenu à des coquilles d'une grandeur très-considérable. Cette grande épaisseur fait que leurs fibres sont très fortes, ce qui permet de distinguer plus aisément leur forme, ainsi que la texture des couches qui les renferment. La loupe fait facilement appercevoir que, parmi ces fibres plusieurs sont en prismes hexaèdres, souvent d'une régularité très-parfaite : que d'autres ne sont prismatiques que dans une partie de leur longueur, le reste se terminant en pyramide hexaèdre très-aigue. Dans plusieurs de ces fragments, les fibres sont d'un blanc mat, ayant à peine une légère demi-transparence sur leurs bords ; dans d'autres, la transparence est très-belle; la couleur alors est d'un gris sale : dans quelques fragments, quoique les fibres soient colorées en un brun noirâtre foncé, elles n'en sont pas moins d'une assez belle transparence. Mais ce qu'il y a de très-particulier, c'est que, quoique quelques-uns de ces fragments, étant grattés, répandent une foible odeur fétide de lapis suillus, la pierre qui les renferme, malgré qu'elle soit colorée en noir, ne répand pas, sous le frottement, même une odeur bitumineuse : cependant toute la gélatine qui pouvoit exister entre les fibres, (et l'on a vu que c'est le genre de coquilles qui en renferme le plus,) a été détruite. Exposées à l'action du feu, ces fibres passent très-promptement à l'état de chaux d'un blanc éclatant, et cela, sans commencer par noircir, et sans répandre aucune odeur quelconque.

Plusieurs de ces fragments fibreux sont épars dans la substance même de cette pierre calcaire compacte, où ils font un fort joli

effet, à raison du contraste de leur couleur blanche avec celle noire de la pierre; et bien certainement, si leur véritable nature n'avoit pas été reconnue auparavant, ils y seroient à l'instant pris pour appartenir à la chaux carbonatée fibreuse ordinaire, à fibres parallèles; et je soupçonne fort que, dans nombre de pierres calcaires coquillières, plusieurs des variétés fibreuses qu'on y rencontre sont dans ce cas: il ne seroit pas improbable, par exemple, que la variété que j'ai citée, page 165 et 166 de ce premier volume, eût cette origine.

J'ajouterai ici, qu'il existe dans le comté de Kent, en Angleterre, une chaux carbonatée fibreuse, à fibres étroitement serrées les unes contre les autres, formant des petites veines, depuis une ligne d'épaisseur jusqu'à trois lignes et même plus, dans la craie de cette province, et dont l'origine est très-visiblement coquillière. On distingue de même, avec la loupe, sur les deux surfaces de ces veines, la forme hexaèdre régulière de chacune des fibres.

Addition à ce qui concerne la 5me modification, page 14 *du second volume.*

Les cristaux dans lesquels se montrent les plans du rhomboïde très-obtus de la 5me modification, ou de 117°, 56′, et 62°, 4′, étant fort rares, je crois devoir faire connoître une nouvelle variété que j'ai observée il y a très-peu de temps, et dans laquelle le sommet du rhomboïde cuboïde complet (14me modification) est occupé par les plans parfaitement prononcés du rhomboïde très-obtus de la 5me. Le morceau qui m'a procuré cette nouvelle variété, est un petit groupe de deux cristaux colorés en un jaune brun, dont l'un est le cuboïde complet, et l'autre, la variété que je viens de décrire: ce morceau est de Stronthian en Ecosse.

Addition à ce qui concerne la 10me *modification, page* 29 *du second volume.*

En décrivant la 10me modification, à laquelle appartient le rhomboïde aigu de 65°, 28′, et 114°, 32′, j'ai oublié de faire observer une propriété très-tranchante de ce rhomboïde, qui est que, lorsque ses plans sont combinés avec ceux du dodécaèdre pyramidal aigu commun, ou dent de cochon, ils sont en remplacement exact des arêtes les plus obtuses de ce dodécaèdre. En effet, les plans de ce rhomboïde font à leur rencontre avec ceux du prisme de la 2me modification, un angle de 158°, 12′; et un de 111°, 48′, à leur rencontre avec celui de remplacement du sommet; angles qui sont exactement les mêmes que ceux que font, à leur rencontre avec les mêmes plans, les arêtes les plus obtuses du dodécaèdre. Ce qui m'a fait appercevoir de cet oubli, est une nouvelle variété dont j'ai pu, depuis fort peu de temps, me procurer un cristal très-parfait. C'est une macle analogue à celle représentée sous la fig. 365, pl. 23, mais dans laquelle les plans du dodécaèdre sont en outre combinés avec ceux des rhomboïdes primitif et de la 4me modification, ainsi qu'avec les plans très-larges du rhomboïde de cette 10me modification, qui tiennent la place des arêtes pyramidales les plus obtuses du dodécaèdre. Ce cristal me paroit devoir être du Derbyshire.

Addition au § 58, *page* 183 *du second volume.*

Ayant eu, il y a fort peu de temps, besoin de conserver quelques jours une forte solution de soude muriatée, ou sel marin, je la plaçai dans un gobelet qui, quoique fêlé, me servoit souvent à placer différents liquides, parce qu'il ne laissoit passer, à travers sa fêlure, aucune partie de celui qui y étoit placé. Peu d'instants après je fus fort étonné de voir le sel marin cristalliser de chaque côté des bords de la fêlure, sur la surface extérieure de ce gobelet, de manière qu'après deux fois 24 heures, il s'y est formé une croute de ce sel







